

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

**О. О. ГОЛОЛОБОВА**

**ЗАСОБИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ АГРОСФЕРИ**

Методичні вказівки для студентів екологічних спеціальностей вищих  
навчальних закладів  
2-ге видання, перероблене та доповнене

**Харків–2016**

УДК 631/635 (075.8)  
ББК 41.4 Я73  
Г61

**Рецензенти:**

**В. С. Зуза** – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва;

**Є. В. Скрильник** – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії органічних добрив та гумусу ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського».

*Затверджено рішенням Науково-методичної ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 11 від 19 травня 2011 р.)*

**Гололобова О. О.**

Г61 Засоби збалансованого використання агросфери: методичні вказівки для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О. О. Гололобова. – 2-ге вид перероб. та доп. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 64 с.

У методичних вказівках представлено всі види навчальної та науково-дослідної роботи для ознайомлення із сучасними пріоритетними напрямками збалансованого використання агросфери.

Для студентів екологічних спеціальностей і викладачів, які здійснюють базову підготовку екологів.

УДК 631/635 (075.8)  
ББК 41.4 Я73

© Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна, 2016  
© Гололобова О. О., 2016  
© Дончик І. М., макет обкладинки., 2016

## ЗМІСТ

Передмова .....	4
<b>Розділ 1.</b> Наукові основи збалансованого природокористування у агросфері .....	6
Контроль-колоквіум № 1 .....	7
Перелік навчальних елементів, обов'язкових до засвоєння у розділі 1 і форма навчання .....	9
<b>Розділ 2.</b> Сучасні перспективні напрями екологізації агросфери як засіб її збалансованого природокористування .....	12
Контроль-колоквіум № 2 .....	12
Перелік навчальних елементів, обов'язкових до засвоєння у розділі 2 і форма навчання .....	15
Тематика практичних та самостійних робіт .....	17
<b>Робота 1.</b> Вологість ґрунту. Визначення загальних запасів і продуктивної вологи в ґрунті. Оцінка запасів продуктивної вологи. Розрахунок дефіциту вологи. Визначення сумарного водоспоживання .....	18
<b>Робота 2.</b> Рівні врожайності та їх розрахунок. Визначення потенційної врожайності сільськогосподарських культур за надходженням фотосинтетично активної радіації. Визначення коефіцієнта використання фотосинтетично активної радіації агрофітоценозами .....	22
<b>Робота 3.</b> Кліматично забезпечений урожай і його визначення. Визначення кліматичного урожаю за ресурсами вологи. Визначення кліматичного урожаю за ресурсами тепла. Визначення кліматичного урожаю за гідротермічним показником .....	26
<b>Робота 4.</b> Розрахунок бездефіцитного та позитивного балансу гумусу в агрофітоценозі .....	32
<b>Робота 5.</b> Керування малим біологічним кругообігом речовин в агроєкосистемах. Розрахунок рівноважного та позитивного балансу поживних речовин .....	39
Контрольні тести .....	43
Література .....	52
Додатки .....	54

## ПЕРЕДМОВА

Курс «Засоби збалансованого природокористування в агросфері» є вибіркоким для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Сучасне сільськогосподарське виробництво потребує таких засобів екологізації та збалансованого використання, які б забезпечили стабільну продуктивність агроєкосистем. Це вимагає особливої уваги до збереження родючості ґрунту, впровадження агротехнологій на підставі балансових методів, які є відображенням системного підходу, в основі якого лежить уявлення про екосистеми як системи, пов'язані між собою потоками речовини та інформації, а також вхідними та вихідними потоками, що пов'язують систему, що досліджується, з іншими.

Метою курсу є формування системи знань про наукові основи збалансованого природокористування в агросфері, а також визначення сучасних пріоритетних напрямів її збалансованого використання.

Навчальна дисципліна містить 1,5 кредити, складається з двох розділів; загальний термін навчання становить 54 години з таким розподілом: лекції – 24 години, практичні та семінарські заняття – 17 годин, самостійна робота – 20 годин.

У результаті проведення контроль-колоквиумів, практичних, самостійних, науково-дослідних робіт студент повинен **знати:**

- роль факторів навколишнього середовища, законів природи та землеробства;
- значення теплового, світлового, водного, повітряного, поживного режимів у формуванні сталих урожаїв сільськогосподарських культур; засоби їх оптимізації у виробничих умовах;
- роль агрофітоценозів у регулюванні живлення рослин;
- значення агрофітоценозів в оптимізації фізичного стану ґрунтового середовища та оздоровленні агроєкосистем;
- методи визначення різних рівнів урожайності сільськогосподарських культур;
- наукові основи раціонального обробітку ґрунту;
- наукові основи мінімалізації механічного обробітку ґрунту;
- засоби позитивного впливу на гумусовий стан ґрунтів;
- базові положення концепції розвитку точного землеробства в Україні;

**вміти:**

- оцінювати екологічну роль факторів навколишнього середовища;
- оцінювати екологічну роль агрофітоценозів в оздоровленні агроєкосистем;
- визначити потенційну врожайність сільськогосподарських культур за надходженням фотосинтетично активної радіації;
- визначити дійсно можливу врожайність за вологозабезпеченістю агрофітоценозу за біогідротермічним потенціалом;

- визначити коефіцієнт використання ФАР агрофітоценозом;
- розраховувати бездефіцитний і позитивний баланс гумусу в агрофітоценозі;
- обґрунтовувати вибір ресурсозберігаючих технологій механічного обробітку ґрунту для агрофітоценозу за основними ґрунтово-кліматичними зонами України;
- визначати доцільність застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів;
- застосовувати найменш екологічно шкідливі хімічні препарати для регулювання фітосанітарного стану фітоценозів;
- дати характеристику основним положенням концепції розвитку точного землеробства в Україні. Обґрунтувати її екологічну спрямованість.

Навчально-методичний посібник містить програму курсу «Засоби збалансованого природокористування в агросфері», перелік питань до контроль-колоквіумів з кожного розділу, навчальні елементи з розподілом за видом засвоєння. Тематика та кількість практичних і самостійних робіт відповідає програмі навчальної дисципліни, яка передбачає три тижневі години для денної форми навчання, з яких дві години – аудиторні, одна година – самостійна робота студента.

## РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОСФЕРІ

**Агроекологічна оцінка факторів життя сільськогосподарських культур.** Фактори навколишнього середовища. Закони природи та землеробства – основний фактор стабілізації аграрних екосистем. Закон автотрофності зелених рослин. Закон безперервного обміну речовин та енергії. Закон стійкості фітогеоценозів. Закон незамінності та рівнозначності факторів. Закон прогресивного наростання родючості ґрунтів. Закони мінімуму, оптимуму, максимуму та повернення. Закон сукупної взаємообумовленої, а не ізольованої дії факторів. Закон єдності та взаємозумовленості агрофітоценозу і його місцеперебування (екосистеми). Засоби підвищення продуктивності агроекосистем.

Світловий режим: світлова енергія, фотосинтетична активна радіація (ФАР), фотоперіодизм, особливості біохімії фотосинтезу рослин, оптимізація світлового режиму у виробничих умовах.

Тепловий режим: сума активних (більше + 10 °C) температур, тепловий мінімум, оптимум і максимум. Оптимізація теплового режиму у виробничих умовах.

Водний режим: евапотранспірація, форми води в ґрунті. Ґрунтово-гідрологічні константи. Максимальна гігроскопічність (МГ), вологість в'янення (ВВ), вологість розриву капілярів (ВРК), найменша польова вологоємність (НВ), повна вологоємність (ПВ). Вологість ґрунту. Загальні запаси вологи. Продуктивна волога. Оцінка запасів продуктивної вологи. Сумарне водоспоживання. Коефіцієнт водоспоживання. Оптимізація водного режиму у виробничих умовах.

Повітряний режим. Склад ґрунтового повітря. Оптимізація повітряного режиму у виробничих умовах.

Поживний режим. Мінеральне живлення рослин. Наукові основи ефективного застосування мінеральних та органічних добрив за основними ґрунтово-кліматичними зонами України.

**Агрофітоценоз як фактор збалансованого використання агроекосистеми.** Історія розвитку наукових основ чергування сільськогосподарських культур. Наукові основи агрофітоценозів. Схожість природних фітоценозів та агрофітоценозів і різниця між ними. Основні терміни та їх визначення. Компоненти агрофітоценозу. Видовий склад. Одно-, дво- і багатовидові агрофітоценози. Реакція окремих культур на вирощування у беззмінних посівах і в агрофітоценозах.

Домінуючі види в агрофітоценозі. Відношення між особинами в агрофітоценозі. Рослини, що культивуються в агрофітоценозі. Виробнича класифікація польових культур, їхня морфологія та біологічні вимоги до екологічних факторів.

Роль агрофітоценозів у регулюванні живлення рослин. Значення агрофітоценозів в оптимізації фізичного стану ґрунтового середовища. Агрофітоценоз як фактор оздоровлення агроєкосистеми.

**Основи програмування врожайів сільськогосподарських культур.** Мета і завдання програмування. Теоретичні основи програмування. Визначення потенційної врожайності сільськогосподарських культур за надходженням фотосинтетично активної радіації. Визначення дійсно можливої врожайності за вологозабезпеченістю посівів. Визначення дійсно можливої врожайності за біогідротермічним потенціалом. Визначення дійсно можливої урожайності балансовим методом. Визначення коефіцієнта використання ФАР агрофітоценозами. Екологічне значення програмування врожайності сільськогосподарських культур

## Контроль-колоквиум № 1

1. Дайте визначення факторів росту та розвитку рослин.
2. Чому закони природи та землеробства – теоретичне підґрунтя збалансованого використання аграрних екосистем?
3. Що відображають закони природи?
4. У чому полягає закон єдності матеріального світу?
5. У чому полягає закон автотрофності зелених рослин?
6. У чому полягає закон безперервного обміну речовин та енергії?
7. У чому полягає закон позитивного ефекту?
8. У чому полягає закон стійкості фітогеоценозів?
9. Дайте перелік основних законів землеробства.
10. У чому полягає закон незамінності та рівнозначності факторів?
11. У чому полягає закон мінімуму, оптимуму, максимуму та повернення?
12. У чому полягає закон сукупної взаємозумовленої, а не ізольованої дії факторів?
13. У чому полягає закон єдності та взаємозумовленості агрофітоценозу і його місцеперебування (екосистеми)?
14. Дайте визначення світлового режиму.
15. Охарактеризуйте значення окремих частин сонячного спектра.
16. Що таке фотосинтетично активна радіація?
17. Що таке коефіцієнт засвоєння ФАР?
18. Охарактеризуйте значення ФАР для теплового режиму.
19. Охарактеризуйте значення ФАР для фотосинтезу.
20. Чим обмежується верхній ліміт органічної речовини, що створюється при фотосинтезі?
21. У чому полягають особливості біохімії фотосинтезу рослин  $C_3$ .
22. У чому полягають особливості біохімії рослин  $C_4$

23. Які умови у виробничих посівах є необхідними для кращого засвоєння ФАР?
24. Що таке фотоперіодизм?
25. Дайте характеристику рослинам короткого дня.
26. Дайте характеристику рослинам довгого дня.
27. Дайте характеристику фотоперіодично нейтральним рослинам.
28. Розкрийте поняття «тепловий режим».
29. Чим визначається тепловий режим?
30. Що таке тепловий мінімум, оптимум і максимум.
31. Якою є величина суми активних (більше + 10 °С) температур для основних сільськогосподарських культур України?
32. Назвіть можливості регулювання теплового режиму у виробничих умовах.
33. Розкрийте поняття «водний режим».
34. Що таке вологість ґрунту?
35. Що таке евапотранспірація?
36. Назвіть форми води в ґрунті.
37. Назвіть основні ґрунтово-гідрологічні константи.
38. Що таке максимальна гігроскопічність (МГ)?
39. Що таке вологість в'янення (ВВ)?
40. Дайте характеристику вологості розриву капілярів (ВРК).
41. Дайте характеристику найменшій польовій вологоємності (НВ, або ГПВ).
42. Що таке капілярна вологоємність (КВ)?
43. Що таке повна вологоємність (ПВ)?
44. Що таке щільність складання ґрунту?
45. Чим визначаються загальні запаси вологи в ґрунті?
46. Як визначити запаси продуктивної вологи в ґрунті?
47. За якою шкалою оцінюються запаси продуктивної вологи?
48. Як розраховується сумарне водоспоживання?
49. Що таке коефіцієнт водоспоживання?
50. Назвіть склад атмосферного та ґрунтового повітря.
51. У чому полягає сутність процесу дихання рослин?
52. Дайте характеристику мінерального живлення рослин.
53. Які агрозаходи є ефективними для оптимізації азотного живлення рослин?
54. Які агрозаходи є ефективними для оптимізації фосфорного живлення рослин?
55. Назвіть умови ефективного застосування мінеральних та органічних добрив в основних ґрунтово-кліматичних зонах України.
56. Назвіть наукові основи агрофітоценозів.
57. Дайте характеристику реакції окремих культур на вирощування в беззмінних посівах і в агрофітоценозах.
58. Якою є роль агрофітоценозів у регулюванні живлення рослин?



59. Роль агрофітоценозу як фактора оздоровлення агроєкосистеми.
60. Що розуміють під потенційною врожайністю сільськогосподарських культур?
61. Визначення дійсно можливої врожайності за вологозабезпеченістю посівів.
62. Визначення дійсно можливої врожайності за біогідротермічним потенціалом.
63. Визначення дійсно можливої врожайності балансовим методом.
64. Визначення коефіцієнта використання ФАР агрофітоценозами.

**Перелік навчальних елементів, обов'язкових до засвоєння в розділі 1,  
і форма вивчення (л – лекційна, п – практична, с – самостійна)**

<i>№№ з/п</i>	<i>Навчальний елемент</i>	<i>Вид навчання</i>
1	Предмет курсу	л
2	Завдання курсу	л
3	Фактори росту та розвитку рослин	л
4	Закон єдності матеріального світу	л
5	Закон автотрофності зелених рослин	л
6	Закон безперервного обміну речовин та енергії	л
7	Закон позитивного ефекту	л
8	Закон стійкості фітогеоценозів	л
9	Закон незамінності та рівнозначності факторів	л
10	Закон мінімуму, оптимуму, максимуму й повернення	л
11	Закон сукупного взаємозумовленості, а не ізольованої дії факторів	л
12	Закон єдності та взаємозумовленості агрофітоценозу і його місцеперебування (єкосистеми)	л
13	Світловий режим	с
14	Значення окремих частин спектра для росту та розвитку рослин	с
15	Фотосинтетично активна радіація	п
16	Коефіцієнт засвоєння ФАР	п
17	Фотореспірація	п
18	Рослини С <sub>3</sub>	п
19	Рослини С <sub>4</sub>	п
20	Фотоперіодизм	п
21	Рослини короткого дня	п
22	Рослини довгого дня	п
23	Фотоперіодично нейтральні рослини	п
24	Тепловий режим	л
25	Температура проростання	п

26	Сума активних температур для повного розвитку рослин	п
27	Тепловий мінімум, оптимум і максимум	с
28	Оптимізація теплового режиму у виробничих умовах	л
29	Водний режим	л
30	Евапотранспірація	л
31	Форми води в ґрунті	с
32	Пароподібна вода	с
33	Кристалізаційна вода	с
34	Рихлозв'язана (плівкова) вода	с
35	Вільна (капілярна і гравітаційна) вода	с
36	Вологість ґрунту	п
37	Максимальна гігроскопічність (МГ)	л
38	Вологість в'янення (ВВ)	л
39	Вологість розриву капілярів (ВРК)	л
40	Найменша, або гранична польова вологостійкість (НВ, або ГПВ)	л
41	Повна вологостійкість (ПВ)	л
42	Капілярна вологостійкість (КВ)	с
43	Загальні запаси вологи в ґрунті	п
44	Продуктивна волога	п
45	Оцінка запасів продуктивної вологи за О. Ф. Вадюніною і З. О. Корчагіною	п
46	Дефіцит вологи	п
47	Сумарне водоспоживання	п
48	Коефіцієнт водоспоживання	с
49	Повітряний режим	с
50	Склад ґрунтового повітря	с
51	Повітряне живлення рослин	с
52	Мінеральне живлення рослин	л
53	Елементи мінерального живлення рослин	л
54	Теоретичні аспекти поглинання елементів живлення	с
55	Форми сполук, у яких рослини поглинають елементи живлення	с
56	Винос елементів живлення з урожаєм	п
57	Коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту	с
58	Коефіцієнти використання елементів живлення з мінеральних добрив	с
59	Коефіцієнти використання елементів живлення з органічних добрив	с
60	Позакореневе живлення рослин	с
61	Поглиналина здатність ґрунту	с
62	Механічна поглиналина здатність	с
63	Фізична поглиналина здатність	с

64	Хімічна поглинальна здатність	с
65	Фізико-хімічна або обмінна, поглинальна здатність	с
66	Біологічна поглинальна здатність	с
67	Ємність поглинання	с
68	Склад поглинених катіонів	с
69	Кислотність ґрунту	с
70	Актуальна кислотність	с
71	Обмінна кислотність	с
72	Гідролітична кислотність	с
73	Ступінь насиченості ґрунту основами	с
74	Агрофітоценоз	л
75	Наукові основи агрофітоценозів	л
76	Одно-, дво- і багатовидові агрофітоценози	с
77	Домінуючі види в агрофітоценозі	л
78	Агрофітоценози в регулюванні живлення рослин	л
79	Агрофітоценоз як фактор оздоровлення агроєкосистеми	л
80	Рівні врожайності сільськогосподарських культур	п
81	Потенційна врожайність	п
82	Кліматично забезпечений урожай	п
83	Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю за забезпеченістю посівів ресурсами вологи	п
84	Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю за забезпеченістю посівів теплом	п
85	Визначення кліматично забезпеченого врожаю за гідротермічним показником (формула О. М. Рябчикова)	п
86	Визначення дійсно можливої врожайності балансовим методом	п
87	Визначення коефіцієнта використання ФАР агрофітоценозами	п

## **РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ АГРОСФЕРИ ЯК ЗАСІБ ЇЇ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

***Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту як засіб збалансованого природокористування в агросфері.*** Наукові основи раціонального обробітку ґрунту. Історія розвитку та сучасний стан теоретичних і практичних основ механічного обробітку ґрунту. Проблема ущільнення ґрунтів ходовими системами сільськогосподарських машин. Мінімізація механічного обробітку. Чергування способів і глибини обробітку ґрунту в агрофітоценозі.

***Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України.*** Сучасний стан агрохімічного забезпечення країни. Основні напрями розвитку агрохімічного обслуговування. Оптимізація гумусового стану ґрунтів при сільськогосподарському використанні. Засоби позитивного впливу на гумусовий стан: внесення органічних добрив, загортання пожнивних решток, застосування сидератів, посів багаторічних трав, мінімізація обробітку ґрунту. Органічні і органо-мінеральні добрива та технології їх застосування. Розрахунок бездефіцитного та позитивного балансу гумусу в агрофітоценозі. Розрахунок потреби в мінеральних добривах на рівноважний та позитивний баланс поживних речовин. Особливості застосування добрив при біологічному землеробстві. Нормативно-правова база і нормативно-методичне забезпечення. Науковий супровід концепції.

***Концепція розвитку точного землеробства в Україні як сучасний перспективний напрям його екологізації.*** Мета та завдання концепції. Чинники, що визначають необхідність розвитку точного землеробства. Принципи точного землеробства. Індикатори точного землеробства. Перспективні методи вимірювання параметрів для точного землеробства. Нормативи точного землеробства. Організаційне, освітянське та наукове забезпечення. Перспективи точного землеробства.

### **Контроль-колоквіум № 2**

1. Які задачі має вирішувати обробіток ґрунту?
2. Що таке система обробітку ґрунту?
3. Яким чином обробіток ґрунту сприяє регулюванню водного та повітряного режимів орного шару ґрунту?
4. Які види обробітку ґрунту розрізняють залежно від глибини обробітку?
5. Що таке процес і засіб обробітку ґрунту?
6. Охарактеризуйте полицевий спосіб обробітку ґрунту.

7. Що таке безполицевий спосіб обробітку ґрунту?
8. Охарактеризуйте роторний спосіб обробітку ґрунту.
9. Охарактеризуйте комбінований спосіб обробітку ґрунту.
10. Що розуміють під основним обробітком ґрунту?
11. Які завдання виконує передпосівний обробіток ґрунту?
12. Які завдання виконує післяпосівний обробіток ґрунту?
13. У чому полягає проблема ущільнення ґрунтів ходовими системами сільськогосподарських машин?
14. Дайте визначення мінімалізації обробітку ґрунту.
15. Які завдання виконує мінімалізація обробітку ґрунту в екологічному землеробстві?
16. Назвіть умови, необхідні для застосування мінімалізації обробітку ґрунту.
17. На яких ґрунтах необхідно насамперед застосовувати мінімальний обробіток ґрунту?
18. Під які культури необхідно насамперед застосовувати мінімальний обробіток ґрунту?
19. Хто започаткував перші спроби мінімалізації обробітку ґрунту в Україні?
20. Назвіть провідних українських вчених напряму мінімалізації обробітку ґрунту.
21. Назвіть основні системи обробітку ґрунту.
22. Що таке чергування способів і глибини обробітку ґрунту в агрофітоценозі.
23. Що є першочерговим завданням у відновленні родючості ґрунтів?
24. Назвіть джерела надходження органічних речовин у ґрунт.
25. Назвіть сучасні технології виробництва та застосування органічних добрив.
26. Назвіть особливості застосування на полях з низьким потенціалом родючості солоних решток.
27. Що передбачає технологія застосування зелених добрив?
28. Що таке органо-мінеральні біоактивні добрива?
29. Яке значення має коефіцієнт засвоєння поживних речовин в органо-мінеральних біоактивних добривах?
30. Як за допомогою розрахунку балансу гумусу в ґрунті встановлюють спрямованість та інтенсивність ґрунтових процесів?
31. Назвіть статті надходження органічної речовини.
32. Які дані є необхідними для розрахунку сучасного та прогнозованого стану балансу гумусу?
33. Як скласти розрахунок потреби в мінеральних добривах на рівноважний та позитивний баланс поживних речовин?
34. Чому набула актуальності потреба в інтенсивному виробництві та застосуванні мікродобрив?

35. Хто вперше склав методику розрахунку балансу гумусу для забезпечення його бездефіцитного вмісту в лівобережному Лісостепу України?
36. Назвіть умови ефективного використання біологічних препаратів та стимуляторів росту рослин.
37. У чому полягає хімічна меліорація кислих ґрунтів?
38. У чому полягає хімічна меліорація солонцевих ґрунтів?
39. Чому набула актуальності потреба в розробці новітніх технологій застосування добрив?
40. У чому полягають особливості застосування добрив при біологічному землеробстві?
41. Хто є автором концепції агрохімічного забезпечення землеробства України?
42. Що таке концепція розвитку точного землеробства в Україні?
43. Хто є автором концепції розвитку точного землеробства в Україні?
44. Які чинники визначають необхідність розвитку точного землеробства?
45. Назвіть мету та завдання концепції.
46. На яких геостатистичних принципах базується методика визначення просторової неоднорідності земельної ділянки?
47. У чому полягають принципи точного землеробства?
48. Дайте визначення локального принципу точного землеробства.
49. Дайте визначення поетапного принципу точного землеробства.
50. Дайте визначення інформаційного принципу точного землеробства.
51. Дайте визначення наукового принципу точного землеробства.
52. Дайте визначення комплексного принципу точного землеробства.
53. Дайте визначення системного принципу точного землеробства.
54. Дайте визначення еколого-економічного принципу точного землеробства.
55. Які основні сценарії подолання неоднорідності та поліпшення господарських результатів пропонує методологія точного землеробства?
56. Які показники відносять до індикаторів точного землеробства?
57. Охарактеризуйте індикатори топографії поля.
58. Охарактеризуйте індикатори морфології ґрунтового профілю.
59. Охарактеризуйте індикатори фізичного стану ґрунту.
60. Охарактеризуйте біологічні індикатори.
61. Назвіть перспективні методи вимірювання параметрів для точного землеробства.
62. Розкажіть про технічне та програмне забезпечення точного землеробства.
63. Назвіть нормативи точного землеробства.
64. Якою є очікувана економічна та екологічна ефективність точного землеробства?
65. Назвіть чинники, які свідчать на користь перспективності розвитку в Україні точного землеробства.

**Перелік навчальних елементів, обов'язкових до засвоєння у розділі 2,  
і форма вивчення (л – лекційна, п – практична, с – самостійна)**

<i>№№ з/п</i>	<i>Навчальний елемент</i>	<i>Вид навчання</i>
1	Обробіток ґрунту	л
2	Система обробітку ґрунту	л
3	Диференціація обробітку ґрунту залежно від його глибини	л
4	Захід обробітку ґрунту	л
5	Спосіб обробітку ґрунту	л
6	Полицевий обробіток ґрунту	л
7	Безполицевий обробіток ґрунту	л
8	Роторний спосіб обробітку ґрунту	с
9	Комбінований спосіб обробітку ґрунту	с
10	Основний обробіток ґрунту	с
11	Передпосівний обробіток ґрунту	с
12	Післяпосівний обробіток ґрунту	с
13	Мінімалізація обробітку ґрунту	л
14	Основні системи обробітку ґрунту	с
15	Гуміфікація	л
16	Деградація ґрунту	с
17	Баланс гумусу	п
18	Агрохімікати	л
19	Діюча речовина добрив	л
20	Пряма дія добрив	л
21	Дефекат	с
22	Зелене добриво	с
23	Сидерація	с
24	Компост	с
25	Сапропель	с
26	Органо-мінеральні добрива (ОМД)	л
27	Органо-мінеральні біоактивні добрива (ОМБД)	л
28	Стимулятори росту рослин	л
29	Засоби захисту рослин за інтенсивними технологіями	с
30	Органічна система удобрення	л
31	Засоби захисту рослин у біологічному землеробстві	с
32	Меліорація хімічна ґрунту	л
33	Мікродобрива	с
34	Осади стічних вод	с
35	Позакореневе живлення	п
36	Баланс поживних речовин	п
37	Мета та завдання концепції точного землеробства	л

38	Принципи методики визначення просторової неоднорідності	Л
39	Локальний принцип точного землеробства	Л
40	Поетапний принцип точного землеробства	Л
41	Інформаційний принцип точного землеробства	Л
42	Науковий принцип точного землеробства	Л
43	Комплексний принцип точного землеробства	Л
44	Системний принцип точного землеробства	Л
45	Еколого-економічний принцип точного землеробства	Л
46	Індикатори топографії поля	Л
47	Індикатори морфології ґрунтового профілю	Л
48	Індикатори фізичного стану ґрунту	Л
49	Біологічні індикатори	Л
50	Методи вимірювання параметрів для точного землеробства	Л
51	Програмне забезпечення точного землеробства	С
52	Нормативи точного землеробства	С
53	Очікувана економічна та екологічна ефективність точного землеробства	С



## ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ І САМОСТІЙНИХ РОБІТ

*Робота 1.* Вологість ґрунту. Визначення загальних запасів і продуктивної вологи в ґрунті. Оцінка запасів продуктивної вологи. Розрахунок дефіциту вологи. Визначення сумарного водоспоживання.

*Робота 2.* Рівні врожайності та їх розрахунок. Визначення потенційної врожайності сільськогосподарських культур за надходженням фотосинтетично активної радіації. Визначення коефіцієнта використання фотосинтетично активної радіації агрофітоценозами.

*Робота 3.* Кліматично забезпечений урожай і його визначення. Визначення кліматичного врожаю за ресурсами вологи. Визначення кліматичного врожаю за ресурсами тепла. Визначення кліматичного врожаю за гідротермічним показником.

*Робота 4.* Розрахунок бездефіцитного та позитивного балансу гумусу в агрофітоценозі.

*Робота 5.* Керування малим біологічним кругообігом речовин в агроєкосистемах. Розрахунок рівноважного та позитивного балансу поживних речовин.

### Розподіл навчального часу

Практична частина курсу	Години
Практична робота 1	2
Практична робота 2	2
Практична робота 3	2
Практична робота 4	2
Практична робота 5	2
Усього	10

## Робота 1

### ВОЛОГІСТЬ ҐРУНТУ. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ЗАПАСІВ І ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ В ҐРУНТІ. ОЦІНКА ЗАПАСІВ ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ. РОЗРАХУНОК ДЕФІЦИТУ ВОЛОГИ. ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ

Дослідження вологості ґрунту дають ключ до розгадки багатьох явищ, причин зниження або збільшення врожайності, а також дозволяють запланувати заходи щодо усунення несприятливих факторів.

**Вологість ґрунту.** Вологість ґрунту виражають у відсотках до маси абсолютно сухого ґрунту. Це показник вмісту води у ґрунті:

$$W = A/P \times 100 \quad (1.1)$$

$W$  – вологість ґрунту, %;

$A$  – маса води, що випарувалася із проби, г;

$P$  – маса абсолютно сухого ґрунту, г.

Загальні запаси вологи в ґрунті – абсолютна кількість води, що міститься в шарі ґрунту, визначається в т/га, м<sup>3</sup>/га або в міліметрах водного шару.

**Визначення загальних запасів і продуктивної вологи в ґрунті.** При відомих показниках вологості й щільності складання ґрунту розраховують загальні запаси вологи на глибині, що досліджується, в т /га або мм /га:

$$Q = 100 \times W \times d \times h, \quad (1.2)$$

де  $Q$  – загальний запас води в ґрунті, т/га;

$W$  – вологість ґрунту, %;

$d$  – щільність складання ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – глибина взяття зразка, м.

Для визначення запасів води в міліметрах водного шару кількість води в тоннах помножують на 10, тому що шар води заввишки в 1 мм на площі 1 га відповідає 10 м<sup>3</sup> або 10 т: 1 мм = 10 т.

Запаси продуктивної вологи розраховують за формулою:

$$Q = 100 \times (W - W_n) \times d \times h, \text{ (т/га, м}^3\text{/га)}, \quad (1.3)$$

$$Q = 100 \times (W - 1,5 \times MГ) \times d \times h, \text{ (т/га, м}^3\text{/га)}, \quad (1.4)$$

$$Q = 10 \times (W - W_n) \times d \times h, \text{ (мм/га)}, \quad (1.5)$$

$$Q = 10 \times (W - 1,5 \times MГ) \times d \times h, \text{ (мм/га)}, \quad (1.6)$$

де  $Q$  – запас продуктивної води в ґрунті, (т/га, м<sup>3</sup>/га, мм/га);

$W$  – вологість ґрунту, %;  
 $d$  – щільність складання ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  
 $h$  – глибина взяття зразка, м;  
 $W_n$  – вологість в'янення (ВВ), нижня межа доступної для рослин  
 вологи, %.

$$W_{BB} = BB \quad (1.7)$$

Вологість в'янення (ВВ) визначається шляхом помноження максимальної гігроскопічності (МГ) на коефіцієнт 1,5:

$$BB = 1,5 \times МГ, \quad (1.8)$$

де МГ – максимальна гігроскопічність, %.  
 Таким чином,

$$W_n = BB = 1,5 \times МГ. \quad (1.9)$$

**Оцінка запасів продуктивної вологи.** Оцінку запасів продуктивної вологи на важких глинистих ґрунтах проводять за наступною шкалою: гарні запаси – у шарі 0–20 см утримується 40 мм вологи, задовільні – 20–40 мм, незадовільні – менше 20 мм; дуже гарні – у шарі 100 мм утримується 160 мм продуктивної вологи, гарні – 160–130 мм, задовільні – 130–90 мм, погані – 90–60 мм, дуже погані – менше 60 мм.

**Розрахунок дефіциту вологи.** Під дефіцитом вологи в ненасичених водою ґрунтах розуміють різницю між вологістю, що відповідає найменшій вологоємності (НВ) цього ґрунту, та її фактичною вологістю в момент відбору, тобто «недобір вологи» до НВ:

$$Д = НВ - W, \quad (1.10)$$

де Д – дефіцит вологи, %;  
 $W$  – вологість ґрунту, %;  
 НВ – найменша вологоємність, %.

Сумарне водоспоживання, або евапотранспірація – це загальна витрата води на транспірацію та вільне випаровування вологи з ґрунту під час вегетації рослин.

Сумарне водоспоживання розраховують балансовим методом як різницю вмісту вологи в метровому шарі ґрунту на початку та наприкінці вегетації до якої додають надходження води з опадами та поливом:

$$CB = (Q_n - Q_k + 0,7 \times \text{Опади}) \times 10, \quad (1.11)$$

де СВ – сумарне водоспоживання, м<sup>3</sup>;

$Q_n$  – вміст вологи в метровому шарі ґрунту на початку вегетації, мм;

$Q_k$  – вміст вологи в метровому шарі ґрунту в кінці вегетації, мм;

$O$  – опади, мм;

0,7 – коефіцієнт продуктивного використання опадів.

Сезонне сумарне споживання польових культур становить 3000 – 4000 м<sup>3</sup>/га, яблуні – 5000 – 6000 м<sup>3</sup>/га, середньодобова витрата вологи польовими культурами – 2,5 – 3,5 мм.

Коефіцієнт водоспоживання (евапотранспіраційний коефіцієнт) розраховують як відношення сумарної витрати води за вегетацію 1 га посівів до отриманого господарського врожаю. Він показує, скільки води витрачається на формування одиниці врожаю:

$$K_B = CB / Y_{\text{госп}}, \quad (1.12)$$

де  $K_B$  – коефіцієнт водоспоживання, м<sup>3</sup>/т;

$Y_{\text{госп}}$  – урожай господарської продукції, т;

$CB$  – сумарна витрата води за вегетацію 1 га посівів або посадок, м<sup>3</sup>.

### **Аудиторна самостійна робота під керівництвом викладача**

#### ***Задачі***

1.1. Визначте загальні запаси вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 26 % і щільності складання 1,23 г/см<sup>3</sup>.

1.2. Визначте запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 27 % і щільності складання 1,13 г/см<sup>3</sup>.

1.3. Визначте загальні запаси вологи в 0–20 см шарі ґрунту при польовій вологості 23 % і щільності складання 1,20 г/см<sup>3</sup>.

1.4. Визначте загальні запаси вологи в 0–30 см шарі ґрунту при польовій вологості 24 % і щільності складання 1,25 г/см<sup>3</sup>.

1.5. Визначте загальні запаси вологи в 0–40 см шарі ґрунту при польовій вологості 25 % і щільності складання 1,03 г/см<sup>3</sup>.

1.6. Визначте запаси продуктивної вологи в 0–40 см шарі ґрунту при польовій вологості 25,5 % і щільності складання 1,20 г/см<sup>3</sup>.

1.7. Визначте запаси продуктивної вологи в 0–40 см шарі ґрунту при польовій вологості 20,5 % і щільності складання 1,15 г/см<sup>3</sup>.

1.8. Визначте запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 27,5 % і щільності складання 1,23 г/см<sup>3</sup>.

1.9. Визначте запаси продуктивної вологи в 0–40 см шарі ґрунту при польовій вологості 19,5 % і щільності складання 1,30 г/см<sup>3</sup>.

1.10. Оцініть запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 20 % і щільності складання 1,30 г/см<sup>3</sup>.

1.11. Оцініть запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 20 % і щільності складання  $1,30 \text{ г/см}^3$ .

1.12. Оцініть запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 18,5 % і щільності складання  $1,30 \text{ г/см}^3$ .

1.13. Оцініть запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 27 % і щільності складання  $1,28 \text{ г/см}^3$ .

1.14. Оцініть запаси доступної вологи в 0–20 см шарі ґрунту при польовій вологості 22 % і щільності складання  $1,24 \text{ г/см}^3$ .

1.15. Оцініть запаси доступної вологи в 0–20 см шарі ґрунту при польовій вологості 26 % і щільності складання  $1,30 \text{ г/см}^3$ .

1.16. Оцініть запаси доступної вологи в 0–20 см шарі ґрунту при польовій вологості 25,5 % і щільності складання  $1,11 \text{ г/см}^3$ .

1.17. Оцініть запаси доступної вологи в 0–20 см шарі ґрунту при польовій вологості 17 % і щільності складання  $1,07 \text{ г/см}^3$ .

1.18. Визначте дефіцит доступної вологи в метровому шарі ґрунту при польовій вологості 22 % і щільності складання  $1,05 \text{ г/см}^3$ .

1.19. Визначте сумарне водоспоживання агрофітоценозу: запаси доступної вологи в ґрунті становили 370 мм, за вегетацію випало 180 мм опадів.

1.20. Визначте коефіцієнт водоспоживання агрофітоценозу, а саме лучного травостою кормового призначення. Запаси доступної вологи в ґрунті становили 300 мм, за вегетацію випало 210 мм опадів. Урожайність зеленої маси становила 27 т/га.

1.21. Визначте сумарне водоспоживання агрофітоценозу, якщо врожайність моркви в зоні Лісостепу склала 40 т/га.

1.22. Визначте сумарне водоспоживання агрофітоценозу, якщо врожайність багаторічних трав на сіно в зоні Полісся склала 15 т/га.

## Література

1. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Агропромиздат. – 1986. – С. 146–172.
2. Гордієнко В. П. Землеробство : навч. посібник / В. П. Гордієнко, О. М. Геркіял, В. П. Опрішко ; за ред. В. П. Гордієнка. – К. : Вища школа, 1991. – С. 9–48.
3. Растворова О. Г. Физика почв. (Практическое руководство) / О. Г. Растворова. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та. – 1983. – С. 72–103.
4. Ягодин Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин, П. М. Смирнов, А. В. Петербургский ; под ред. Б. А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : – Агропромиздат. – 1989. – С. 33–93.

### **РІВНІ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЇХ РОЗРАХУНОК. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА НАДХОДЖЕННЯМ ФОТОСИНТЕТИЧНО АКТИВНОЇ РАДІАЦІЇ. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИКОРИСТАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНО АКТИВНОЇ РАДІАЦІЇ АГРОФІТОЦЕНОЗАМИ**

**Рівні врожайності та їхній розрахунок.** Методики та практичні прийоми розрахунку програмованих урожаїв ґрунтуються на визначенні рівнів урожайності залежно від природно-екологічних і господарських факторів. Принцип отримання запрограмованого врожаю передбачає існування декількох категорій, або рівнів урожайності. Найбільш доцільною вважають класифікацію, що включає п'ять рівнів (категорій) урожаю: потенційно можливий, або потенційний урожай (ПУ), кліматично забезпечений (КУ), дійсно можливий (ДМУ), програмований (ПрУ) і реальний господарський урожай (РУ).

**Потенційний урожай (ПУ) і його визначення.** Під цим поняттям розуміють рівень урожайності, якого можна досягти за ідеальних ґрунтово-кліматичних і агротехнічних умов. ПУ залежить від біологічних особливостей сільськогосподарської культури та використання фотосинтетично активної радіації (ФАР). Надходження ФАР і коефіцієнт її використання є основними при розрахунку потенційного врожаю.

Зокрема, для розрахунку ПУ за фотосинтетично активною радіацією застосовують наступну формулу:

$$ПУ = \frac{Q \times KQ}{10^2 C}, \quad (2.1)$$

де ПУ – урожайність абсолютно сухої біомаси, т/га;

Q – сума надходження ФАР за вегетаційний період, кДж/га;

KQ – коефіцієнт використання ФАР посівом за ідеальних екологічних умов, %;

C – кількість енергії, що накопичується одиницею сухої органічної речовини ( $16,76 \times 10^6$  кДж/т).

Сумарний прихід ФАР за вегетаційний період, що зумовлює рівень потенційно можливої врожайності, визначається географічною широтою місцевості.

Середньомісячні та річні значення сумарних ФАР наводяться у додатку 1, кліматичних довідниках; конкретні суми ФАР можна розрахувати за даними найближчої актинометричної станції.

При розрахунку потенційного врожаю за наведеною раніше формулою (2.1) необхідно визначити сумарний прихід ФАР за вегетаційний період (Q), для чого встановлюється тривалість періоду вегетації рослини і, відповідно до числа місяців і днів вегетації, підсумовуються значення ФАР. Коефіцієнт використання ФАР ( $K_Q$ ), що залежить від багатьох факторів (сорт, погодні умови, агротехніка тощо), при визначенні ПУ береться таким, що дорівнює 3–5 %, що найбільше відповідає ідеальним ґрунтово-кліматичним умовам.

Для визначення потенційного врожаю основної продукції ( $ПУ_o$ ) стандартної вологості вирощуваної сільськогосподарської культури (зерна, бульб, коренеплодів тощо) використовується така формула:

$$ПУ_o = \frac{100 \times ПУ}{(100 - В) \Sigma_{\text{ч}}}, \quad (2.2)$$

де  $ПУ_o$  – потенційна врожайність основної продукції при стандартній вологості, т/га;

ПУ – потенційна врожайність абсолютно сухої біомаси, т/га;

В – стандартна вологість, %;

$\Sigma_{\text{ч}}$  – сума частин основної та побічної продукції сільськогосподарської культури.

Таким чином, урожайність основної продукції (зерна, коренеплодів, картоплі та ін.) при стандартній вологості визначається за формулою:

$$ПУ_o = \frac{Q \times K_Q}{C(100 - В) \Sigma_{\text{ч}}}, \quad (2.3)$$

де  $ПУ_o$  – потенційна врожайність основної продукції при стандартній вологості, т/га;

Q – сума ФАР за вегетаційний період, кДж/га;

$K_Q$  – коефіцієнт використання ФАР посівом в ідеальних екологічних умовах, %;

C – кількість енергії, що накопичується одиницею сухої органічної речовини ( $16,76 \times 10^6$  кДж/т);

В – стандартна вологість, %;

$\Sigma_{\text{ч}}$  – сума частин основної та побічної продукції сільськогосподарської культури;

100 – відсотки.

Показники стандартної вологості наводяться у додатку 2.

Співвідношення основної та побічної продукції провідних сільськогосподарських культур наводяться у додатку 3.

Показники співвідношення основної і побічної продукції можуть бути уточнені за даними місцевих науково-дослідних установ.

**Визначення коефіцієнта використання ФАР.** Коефіцієнт використання ФАР розраховується за формулою:

$$K_Q = \frac{ПУ \times C \times 100}{Q}, \quad (2.4)$$

де  $K_Q$  – коефіцієнт використання ФАР посівом сільськогосподарської культури, %;

ПУ – урожайність абсолютно сухої біомаси сільськогосподарської культури, для якої визначається коефіцієнт використання ФАР, т/га;

С – кількість енергії, що накопичується одиницею сухої органічної речовини (приблизно  $16,76 \times 10^6$  кДж/т);

Q – сума приходу ФАР за вегетаційний період, кДж/га;

100 – коефіцієнт перерахунку, %.

## **Аудиторна самостійна робота під керівництвом викладача**

### ***Задачі***

2.1. Визначте потенційну врожайність коренеплодів цукрового буряку, вегетація якого відбувалася в умовах Харківської області з 10 травня по 30 вересня.

2.2. Визначте потенційну врожайність зеленої маси вико-вівсяної суміші, вегетація якої відбувалася в умовах Сумської області з 1 травня по 5 липня.

2.3. Визначте потенційну врожайність ячменю в умовах Полтавської області, вегетація якого відбувалася з 20 квітня по 10 липня.

2.4. Визначте потенційну врожайність зерна кукурудзи, вегетація якої відбувалася в умовах Дніпропетровської області з 20 травня по 10 вересня.

2.5. Визначте потенційну врожайність коренеплодів цукрового буряку, вегетація якого відбувалася в умовах Вінницької області з 7 травня по 27 вересня.

2.6. Визначте потенційну врожайність ячменю, вегетація якого відбувалася в умовах Харківської області з 10 травня по 20 липня.

2.7. Визначте потенційну врожайність зеленої маси вико-вівсяної суміші, вегетація якої відбувалася в умовах Вінницької області з 20 квітня по 30 червня.

2.8. Визначте коефіцієнт використання ФАР лучного травостою кормового призначення, вегетація якого відбувалася з 20 квітня по 30 червня в умовах Харківської області. Урожайність сіна становила 25 т/га.

2.9. Визначте коефіцієнт використання ФАР зеленої маси вико-вівсяної суміші, вегетація якої відбувалася з 20 квітня по 5 липня в умовах Чернігівської області. Урожайність зеленої маси становила 27 т/га.

2.10. Визначте коефіцієнт використання ФАР лучного травостою кормового призначення, вегетація якого відбувалася з 20 квітня по 20 червня в умовах Закарпатської області. Урожайність зеленої маси становила 30 т/га.



2.11. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами цукрового буряку, вегетація якого відбувалася з 12 травня по 30 вересня в умовах Сумської області. Урожайність коренеплодів становила 50 т/га.

2.12. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами соняшнику гібриду НК Бріо, вегетація якого відбувалася з 15 травня по 10 вересня в умовах Полтавської області. Урожайність коренеплодів становила 46 т/га.

2.13. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами цукрового буряку, вегетація якого відбувалася з 1 травня по 30 вересня в умовах Миколаївської області. Урожайність коренеплодів становила 57 т/га.

2.14. Компанія «Докучаєвські чорноземи» в умовах Харківської області на випробувальних ділянках отримала урожайність гібридів соняшнику 5,6 т/га. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами, якщо вегетація відбувалася з 10 травня по 6 вересня.

2.15. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами цукрового буряку, вегетація якого відбувалася з 7 травня по 27 вересня в умовах Черкаської області. Урожайність коренеплодів становила 52 т/га.

2.16. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами цукрового буряку, вегетація якого відбувалася з 8 травня по 3 жовтня в умовах Київської області. Урожайність коренеплодів становила 56 т/га.

2.17. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами сої, вегетація якої відбувалася з 20 травня по 30 серпня в умовах Київської області. Урожайність коренеплодів становила 40 т/га.

2.18. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами кукурудзи, вегетація якої відбувалася з 25 травня по 10 вересня в умовах Дніпропетровської області. Урожайність зерна становила 4,2 т/га.

2.19. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами картоплі, вегетація якої відбувалася з 5 травня по 25 липня в умовах Сумської області. Урожайність картоплі становила 20 т/га.

2.20. Визначте коефіцієнт використання ФАР посівами цукрового буряку, вегетація якого відбувалася з 15 травня по 5 жовтня в умовах Рівненської області. Урожайність коренеплодів становила 46 т/га.

## Література

1. Гриценко В. В. Основы программирования сельскохозяйственных культур / В. В. Гриценко, В. Е. Долгодворов. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 3–23.
2. Каюмов М. К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М. К. Каюмов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 320 с.
3. Муха В. Д. Программирование урожаев основных сельскохозяйственных культур / В. Д. Муха, В. А. Пелипец. – К. : Вища школа, 1988. – С. 59–77.

## **КЛІМАТИЧНО ЗАБЕЗПЕЧЕНИЙ УРОЖАЙ І ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ КЛІМАТИЧНОГО ВРОЖАЮ ЗА РЕСУРСАМИ ВОЛОГИ. ВИЗНАЧЕННЯ КЛІМАТИЧНОГО ВРОЖАЮ ЗА РЕСУРСАМИ ТЕПЛА. ВИЗНАЧЕННЯ КЛІМАТИЧНОГО ВРОЖАЮ ЗА ГІДРОТЕРМІЧНИМ ПОКАЗНИКОМ**

*Кліматично забезпечений урожай і його визначення.* Під кліматично забезпеченим урожаєм розуміють такий рівень урожайності, якого можна досягти в ідеальних ґрунтових умовах, при обмеженій дії різних метеорологічних факторів. Кліматично забезпечений урожай завжди менше потенційного, і його величина залежить від забезпеченості посівів, насамперед вологою і теплом. Тому розрахунок КУ проводиться двома методами: за забезпеченістю посівів ресурсами вологи та за забезпеченістю ресурсами тепла.

В Україні районування та оцінка посушливості територій здійснюється за гідротермічним коефіцієнтом Селянінова (ГТК). Це інтегральний показник гідротермічного режиму, що враховує тепло та вологу. Він вживається як показник вологозабезпеченості або показник умов сприятливості для вирощування сільськогосподарських культур. ГТК відображає також зональні особливості гідротермічного режиму, відрізняється простотою розрахунку і доступністю вихідної метеорологічної інформації. Розраховується як відношення суми опадів за певний (або в цілому за вегетаційний) період до однієї десятої суми температур за той самий період. Знаменник наближено характеризує випаровуваність. Цей коефіцієнт не використовується для оцінки умов зволоження періоду року, коли середня добова температура повітря є нижчою за +10 °С.

Агрокліматичне районування (зонування) території України 1986 р. наведено у додатку 1.

Враховуючи дослідження зміни клімату та використовуючи значну кількість вихідних даних (за період спостережень 1961–2013 рр.) Т. І Адаменко, в рамках проекту «Удосконалення моніторингу та прогнозування посух задля потреб сільського господарства України та Молдови», який впроваджують Глобальне водне партнерство Центральної та Східної Європи та Всесвітня Метеорологічна Організація, побудовано нову карту агрокліматичного зонування території України для періоду активної вегетації сільськогосподарських культур за період травень – вересень (ГТК<sub>5-9</sub>) (див. додаток 5) та за період травень – червень (ГТК<sub>5-6</sub>) (див. додаток 6), який є вирішальним для формування врожаю основних зернових культур (пшениця, ячмінь, кукурудза).

За новим районуванням вологими ( $ГТК_{5-9} > 1,8$ ) є: вся територія Івано-Франківської області, південна частина Львівської, майже вся територія Закарпатської, західна частина Чернівецької областей.

Достатньо вологими ( $ГТК_{5-9} = 1,21-1,80$ ) є: північна частина Сумської, північні та західні райони Київської, західні райони Черкаської, північні райони Львівської областей. А також вся територія Волинської, Рівненської, Тернопільської, Хмельницької, Вінницької, Житомирської областей.

Слабозволоженими ( $ГТК_{5-9} = 1,01-1,20$ ) є: північні райони Харківської, південні райони Сумської та Чернігівської, східні райони Київської та Черкаської областей, більша частина Полтавської, вся Кіровоградська область (за винятком крайнього півдня), крайні північні райони Одеської та Миколаївської областей.

До середньопосушливої ( $ГТК_{5-9} = 0,71-1,00$ ) віднесена решта території України, за винятком південних районів Херсонської області, крайніх західних районів Запорізької областей, північно-західних районів Криму, які належать до сильнопосушливих ( $ГТК_{5-9} < 0,7$ ).

**Визначення кліматичного врожаю за ресурсами вологи.** При лімітуючій дії вологи кліматично забезпечений урожай розраховується за формулою:

$$КУ_B = \frac{100 \times W}{K_W}, \quad (3.1)$$

де  $КУ_B$  – кліматично забезпечений, лімітований вологою врожай абсолютно сухої біомаси, т/га;

$K_W$  – коефіцієнт водоспоживання, мм×га/т.

$W$  – запаси продуктивної вологи, мм;

Запаси продуктивної вологи визначають за формулою 1.9.

Орієнтовні коефіцієнти водоспоживання основних сільськогосподарських культур наводяться у додатку 7.

Якщо є відомим вміст доступної вологи навесні та кількість опадів за вегетаційний період, кліматично забезпечений урожай розраховується за формулою:

$$КУ_B = \frac{100 \times (W + P)}{K_W}, \quad (3.2)$$

де  $КУ_B$  – кліматично забезпечений, лімітований вологою врожай абсолютно сухої біомаси, т/га;

$K_W$  – коефіцієнт водоспоживання, мм×га/т;

$W$  – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту навесні, мм;

$P$  – кількість опадів за вегетаційний період, мм.

**Визначення кліматичного врожаю за ресурсами тепла.** Визначення

кліматично забезпеченого врожаю за ресурсами тепла проводиться тоді, коли фактором, що лімітує врожай, є тепло. Розрахунок даної категорії врожаю проводиться за формулою:

$$КУ_{БКП} = \beta \times БКП, \quad (3.3)$$

де  $КУ_{БКП}$  – кліматично забезпечений теплом урожай рослин, т/га;

БКП – біокліматичний потенціал продуктивності, бали;

$\beta$  – коефіцієнт, що відображає рівень культури землеробства та використання ФАР посівом сільськогосподарських культур. За чисельним значенням він практично відповідає  $K_Q$  – коефіцієнту використання ФАР посівом сільськогосподарських культур.

Біокліматичний потенціал визначається як результат ділення суми температур вище  $10^\circ\text{C}$  на  $1000^\circ\text{C}$ :

$$БКП = \Sigma t > 10^\circ\text{C} / 1000^\circ\text{C}. \quad (3.4)$$

Основні агрокліматичні показники природних зон України наведені у табл. 1.

**Таблиця 1. Основні агрокліматичні показники природних зон України [В. Д. Муха, 1988]**

<i>Зона</i>	$\Sigma t > 10^\circ\text{C}$	<i>Основний період вегетації з <math>\Sigma t &gt; 10^\circ\text{C}</math></i>	<i>Кількість опадів, мм</i>	<i>БКП</i>
Полісся	2050–2550	137–163	600–700	2,02–2,55
Лісостеп	2400–3200	146–188	500–600	2,44–3,2
Степ	2800–3450	160–199	350–500	2,8–3,45

**Визначення кліматичного врожаю за гідротермічним показником.** Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю за ресурсами вологи та за ресурсами тепла проводиться в тих випадках, коли врожайність програмованих посівів лімітується, відповідно, або недовістю вологи, або недовістю тепла. Однак ці два фактори життя рослин тісно пов'язані між собою: оцінюючи кліматично можливі врожаї, бажано враховувати взаємозв'язок цих факторів. Одним зі способів, що уможливорює такий взаємозв'язок, можна вважати визначення КУ за гідротермічним показником (ГТП).

Відповідно до формули А. М. Рябчикова, ГТП розраховується в такий спосіб:

$$ГТП = \frac{W \times T_v}{36 \times R} \times 4,19, \quad (3.4)$$

де ГТП – гідротермічний показник, бали;  
W – запаси продуктивної вологи, мм;  
Tv – період вегетації, декади;  
36 – число декад у році;  
R – сумарний радіаційний баланс за період вегетації, кДж/см<sup>2</sup>;  
4,19 – коефіцієнт співвідношення між калоріями та джоулями.

Таким чином, ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом.

Для розрахунку кліматично забезпеченого врожаю за ГТП використовують формулу

$$KU_{ГТП} = 2,2ГТП - 1,0, \quad (3.5)$$

де  $KU_{ГТП}$  – кліматично забезпечений урожай абсолютно сухої біомаси, т/га.

### **Аудиторна самостійна робота під керівництвом викладача**

#### ***Задачі***

3.1. Визначте кліматично забезпечену врожайність ячменю (за ресурсами вологи). Запаси доступної вологи – 251 мм.

3.2. Визначте кліматично забезпечену врожайність коренеплодів цукрового буряку за ресурсами вологи. Запаси доступної вологи – 350 мм.

3.3. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цукрового буряку, якщо перед посівом величина польової вологості становила 27 %, а за період вегетації випало 230 мм опадів (щільність складання – 1,23 г/см<sup>3</sup>).

3.4. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю лучного травостою кормового призначення, якщо перед посівом величина польової вологості становила 22 %, а за період вегетації випало 250 мм опадів (щільність складання – 1,3 г/см<sup>3</sup>).

3.5. Вегетаційний період посіву цукрового буряку становить 14 декад, запаси продуктивної вологи складають 420 мм. Сумарний радіаційний баланс за період вегетації – 100 кДж/см<sup>2</sup>. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю за гідротермічним показником.

3.6. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю кукурудзи на зерно, якщо перед посівом величина польової вологості становила 26 %, а за період вегетації випало 190 мм опадів (щільність складання – 1,25 г/см<sup>3</sup>).

3.7. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю соняшнику, якщо перед посівом величина польової вологості становила 23 %, а за період вегетації випало 200 мм опадів (щільність складання – 1,27 г/см<sup>3</sup>).

3.8. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю цукрового буряку в Чернігівській області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.9. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю цукрового буряку в західній частині Чернівецької області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.10. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю кукурудзи на зерно в Дніпропетровській області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.11. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю ячменю в північній частині Сумської області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.12. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю озимої пшениці в східній частині Київської області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.13. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю ячменю в Івано-Франківській області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.14. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю ячменю в південній частині Львівської області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.15. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю цукрового буряку в східній частині Черкаської області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.16. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю кукурудзи на зерно в Миколаївській області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

3.17. Обґрунтуйте вибір методу розрахунку кліматично забезпеченого врожаю пшениці в Закарпатській області. Визначте величину кліматично забезпеченого врожаю цієї культури.

## **Практична робота**

Самостійно виконати наступне завдання.

3.18. Визначте біокліматичний показник Луганської області.

3.19. Визначте біокліматичний показник Дніпропетровської області.

3.20. Визначте біокліматичний показник Донецької області.

3.21. Визначте біокліматичний показник Запорізької області.

3.22. Визначте біокліматичний показник Миколаївської області.

3.23. Визначте біокліматичний показник Херсонської області.

3.24. Визначте біокліматичний показник Кіровоградської області.

3.25. Визначте біокліматичний показник Вінницької області.

3.26. Визначте біокліматичний показник Київської області.

3.27. Визначте біокліматичний показник Полтавської області.

3.28. Визначте біокліматичний показник Харківської області.

3.29. Визначте біокліматичний показник Сумської області.

- 3.30. Визначте біокліматичний показник Тернопільської області.
- 3.31. Визначте біокліматичний показник Хмельницької області.
- 3.32. Визначте біокліматичний показник Черкаської області.
- 3.33. Визначте біокліматичний показник Волинської області.
- 3.34. Визначте біокліматичний показник Житомирської області.
- 3.35. Визначте біокліматичний показник Івано-Франківської області.
- 3.36. Визначте біокліматичний показник Закарпатської області.
- 3.37. Визначте біокліматичний показник Львівської області.
- 3.38. Визначте біокліматичний показник Рівненської області.
- 3.39. Визначте біокліматичний показник Чернігівської області.
- 3.40. Визначте гідротермічний показник Луганської області.
- 3.41. Визначте гідротермічний показник Дніпропетровської області.
- 3.42. Визначте гідротермічний показник Донецької області.
- 3.43. Визначте гідротермічний показник Запорозької області.
- 3.44. Визначте гідротермічний показник Миколаївської області.
- 3.45. Визначте гідротермічний показник Херсонської області.
- 3.46. Визначте гідротермічний показник Кіровоградської області.
- 3.47. Визначте гідротермічний показник Вінницької області.
- 3.48. Визначте гідротермічний показник Київської області.
- 3.49. Визначте гідротермічний показник Полтавської області.
- 3.50. Визначте гідротермічний показник Харківської області.
- 3.51. Визначте гідротермічний показник Сумської області.
- 3.52. Визначте гідротермічний показник Тернопільської області.
- 3.53. Визначте гідротермічний показник Хмельницької області.
- 3.54. Визначте гідротермічний показник Черкаської області.
- 3.55. Визначте гідротермічний показник Волинської області.
- 3.56. Визначте гідротермічний показник Житомирської області.
- 3.57. Визначте гідротермічний показник Івано-Франківської області.
- 3.58. Визначте гідротермічний показник Закарпатської області.
- 3.59. Визначте гідротермічний показник Львівської області.
- 3.60. Визначте гідротермічний показник Рівненської області.
- 3.61. Визначте гідротермічний показник Чернігівської області.

## **Література**

1. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату [Електронний ресурс] / Т. І. Адаменко. – Режим доступу: [http://www.gwp.org/Global/GWP-CEE\\_Files/IDMP-CEE/IDMP-Agroclimatic.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-CEE_Files/IDMP-CEE/IDMP-Agroclimatic.pdf)
2. Гриценко В. В. Основы программирования сельскохозяйственных культур / В. В. Гриценко, В. Е. Долгодворов. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 3–23.
3. Каюмов М. К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М. К. Каюмов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 320 с.

4. Муха В. Д. Программирование урожаев основных сельскохозяйственных культур / В. Д. Муха, В. А. Пелипец. – К. : Вища школа, 1988. – С. 59–77.

#### Робота 4

### РОЗРАХУНОК БЕЗДЕФІЦИТНОГО ТА ПОЗИТИВНОГО БАЛАНСУ ГУМУСУ В АГРОФІТОЦЕНОЗІ

Найважливішою умовою стійкого розвитку сучасних сільськогосподарських виробничих систем є досягнення бездефіцитного балансу органічної речовини шляхом застосування достатньої кількості органічних добрив, виробництво яких є можливим за наявності відповідного поголів'я господарських тварин.

Основні теоретичні положення. Баланс гумусу визначається як різниця між статтями його надходження та витратами за однаковий проміжок часу. Він поділяється на три типи: бездефіцитний, коли втрати гумусу компенсуються його утворенням, позитивний – прихід гумусу перевищує його витрати; негативний, або дефіцитний – витрата гумусу перевищує його утворення.

Баланс гумусу в ґрунті розраховують для умов окремої сівозміни, господарства, району, регіону. При визначенні величини середньорічного балансу гумусу в ґрунті для певної сівозміни розрахунки ведуться за формулою:

$$BC = \frac{\sum \Pi_1 + \sum \Pi_2}{t_{\Pi}} - \frac{\sum P}{t_{\Pi}}, \quad (4.1)$$

де BC – середньорічний баланс гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни, т/га;

$\sum \Pi_1$  – сума новоувореного гумусу під культурами за ротацію сівозміни за рахунок рослинних решток, т/га;

$\sum \Pi_2$  – збільшення вмісту гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок органічних добрив, т/га;

$\sum P$  – сумарна кількість гумусу, що мінералізується під культурами за ротацію сівозміни, т/га;

$t_{\Pi}$  – тривалість ротації, роки.

Теоретично прибуткова стаття гумусового балансу включає надходження в ґрунт вуглецю, закріпленого у вигляді гумусу з органічних речовин рослинних решток, органічних добрив, насіння і вуглекислого газу атмосфери, що зв'язується синьо-зеленими водоростями. Практично в прибутковій статті варто враховувати тільки надходження вуглецю з рослинними рештками й органічними добривами, тому що інші джерела поповнення гумусу в ґрунті є незначними.



У статтю витрат включаються втрати гумусу з кореневмісного шару за рахунок його мінералізації. Використовуються узагальнені дані про середньорічні величини мінералізації гумусу в ґрунті в чорному парі та під окремими культурами. Вимивання гумусу з кореневмісного шару в даній методиці не враховується.

**Розрахунок величини прибуткової статті гумусового балансу в ґрунті.** При розрахунках кількості новоутвореного гумусу з рослинних решток і гною використовують відповідні коефіцієнти гуміфікації. Вони показують, яка кількість новоутвореного гумусу виходить із рослинних решток, що розкладаються, і органічної речовини гною. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток основних культур наводяться у додатку 9.

Кількість рослинних решток не перебуває в прямолінійній залежності від рівня врожаю сільськогосподарських культур. Тому маса рослинних решток визначається за допомогою рівнянь регресії за врожаєм основної продукції. Рівняння регресії для визначення маси рослинних решток за врожаєм основної продукції наводяться у додатку 10.

Для визначення кількості рослинних решток, що надходять у ґрунт під окремими культурами сівозміни, заповнюється форма, яку наведено в табл. 1.

**Таблиця 1**

**Кількість рослинних решток, що надходять у ґрунт під окремими культурами сівозміни, т/га**

№	Культури	Врожай основної продукції, ц/га	Маса поверхневих решток, ц/га	Маса кореневих решток, ц/га	Усього рослинних решток	
					ц/га	т/га

Величину новоствореного гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни розраховують за формулою:

$$П = \sum O_n \times K_n, \quad (4.2)$$

де П – кількість новоствореного гумусу за ротацію сівозміни;

$O_n$  – кількість рослинних решток, що залишаються окремими культурами сівозміни;

$K_n$  – коефіцієнт гуміфікації рослинних решток культури сівозміни.

Величину новоутвореного гумусу за рахунок внесення гною визначаємо шляхом множення кількості внесеного гною на коефіцієнт утворення гумусу, що становить 0,058.

Поповнення гумусу в ґрунті за рахунок рослинних решток і органічних добрив розраховуємо за формою, наведеною в табл. 2.

**Розрахунок величини витрат гумусового балансу.** Загальні витрати гумусу в ґрунті за ротацію сівоzmіни визначаються розмірами його мінералізації під окремими культурами. Середньорічні величини мінералізації гумусу в кореневмісному шарі під основними сільськогосподарськими культурами наводяться у додатку 11.

**Таблиця 2**

**Поповнення гумусу в ґрунті за рахунок рослинних решток і органічних добрив, т/га**

№	Культури	Усього рослинних решток, Оп/га	Коефіцієнт гуміфікації, Кп	Гумус за рахунок рослинних решток, П, т/га	Кількість гною, т/га	Коефіцієнт гуміфікації із гною	Гумус за рахунок гною, т/га	Усього гумусу, т/га

**Розрахунок балансу гумусу в ґрунті та норми органічних добрив для його бездефіцитності.** Розрахунок балансу гумусу на полях сівоzmіни та на один гектар роблять за формулою (4.1). Основні вихідні та розрахункові дані заносять у форму, наведену в табл. 3.

**Таблиця 3**

**Розрахунок балансу гумусу за полями сівоzmіни**

№	Культури	Урожай, т/га	Поповнення гумусу за рахунок рослинних решток і органічних добрив, т/га	Втрати гумусу, т/га	Баланс гумусу, +, -, т/га

Норми органічних добрив на 1 гектар сівоzmінної площі, що забезпечує бездефіцитний вміст гумусу, визначають за формулою:

$$H_m = \frac{B_c}{0,058}, \quad (4.3)$$

де  $H_m$  – мінімальна норма гною, що забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, т/га;

$B_c$  – баланс гумусу на одному гектарі сівозмінної площі, т/га;

0,058 – кількість гумусу, що утвориться з однієї тонни гною, т.

**Розрахунок балансу гумусу в ґрунтах господарства, району, області та визначення потреби в органічних добривах.** Розрахунок балансу гумусу на одному гектарі сівозмінної площі в цілому по господарству визначається як його середньозважена величина на полях усіх сівозмін господарства за формулою:

$$B_n = \frac{\sum B_n \times S_n}{\sum S_n}, \quad (4.4)$$

де  $B_n$  – баланс гумусу в сівозмінах, т/га;

$S_n$  – площа сівозміни, га.

Баланс гумусу на одному гектарі в цілому по району, області включає величини надходження та витрат гумусу під окремими культурами на площі, яку вони займають, з урахуванням структури посівних площ регіону.

Результати розрахунку потреби органічних добрив по регіону для забезпечення бездефіцитного змісту гумусу заносять у табл. 4.

**Таблиця 4**

**Основні показники забезпечення бездефіцитного балансу гумусу для регіону**

<i>Показники</i>	<i>Кількість</i>
Баланс гумусу, т/га	
Мінімальна кількість гною для бездефіцитного балансу гумусу, т/га	
Норма гною, що застосовується, т/га	
Додаткова кількість гною для бездефіцитного балансу гумусу, т/га	
Площа, що вдобрюється, тис. га	
Мінімальна щорічна потреба в гної для бездефіцитного балансу гумусу на всю площу, що вдобрюється, тис. т	

### Аудиторна самостійна робота під керівництвом викладача

#### Задачі

4.1. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур кормового агрофітоценозу (Харківська область). Розрахуйте

баланс гумусу для кормового агрофітоценозу. Скільки потрібно додатково внести гною для забезпечення його бездефіцитного балансу?

1. Вико-овес.
2. Кормові коренеплоди.
3. Кукурудза на силос.
4. Кормові коренеплоди.

4.2. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур кормового агрофітоценозу (Харківська область). Розрахуйте баланс гумусу для кормового агрофітоценозу. Скільки потрібно додатково внести гною для забезпечення його бездефіцитного балансу?

1. Конюшина.
2. Озима пшениця.
3. Картопля.
4. Кукурудза на силос.
5. Ячмінь з підсівом конюшини.

4.3. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу (Сумська область). Скільки потрібно додатково внести гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в зернокартопляній сівозміні, якщо під картоплю було внесено гною 50 т/га?

1. Конюшина.
2. Озима пшениця.
3. Картопля.
4. Кукурудза на силос.
5. Озима пшениця.
6. Буряки кормові.
7. Ячмінь з підсівом конюшини.

4.4. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу (Дніпропетровська область). Скільки потрібно додатково внести гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в семипільній зернопаропросапній сівозміні, як що під кукурудзу на зерно було внесено гною 30 т/га?

1. Чистий пар.
2. Озима пшениця.
3. Кукурудза на зерно.
4. Ячмінь.
5. Вико-вівсяна суміш.
6. Озима пшениця.
7. Соняшник.

4.5. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу (Київська область). Скільки потрібно додатково внести гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в шестипільній сівозміні, якщо під картоплю було внесено гною 50 т/га?

1. Ячмінь.
2. Конюшина.
3. Конюшина.
4. Озима пшениця.
5. Картопля.
6. Кукурудза на силос.

4.6. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу (Черкаська область). Чи є достатнім для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу внесення 30 т/га гною під чорний пар у восьмипільній польовій сівозміні?

1. Чорний пар.
2. Озима пшениця.
3. Буряки цукрові.
4. Кукурудза на силос.
5. Ячмінь ярий.
6. Еспарцет.
7. Озима пшениця.
8. Кукурудза на зерно.

4.7. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу (Харківська область). Розрахуйте баланс гумусу в ґрунті та визначте потребу в органічних добривах для забезпечення його бездефіцитного вмісту.

1. Чорний пар.
2. Озима пшениця.
3. Буряки цукрові.
4. Ячмінь ярий.
5. Кукурудза на зерно.
6. Горох.
7. Озима пшениця.
8. Кукурудза на зерно.
9. Кукурудза МВС.
10. Соняшник.

4.8. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу (Рівненська область). Розрахуйте баланс гумусу в ґрунті та визначте потребу в органічних добривах для забезпечення його бездефіцитного вмісту.

1. Еспарцет.
2. Еспарцет.
3. Озима пшениця.
4. Буряки цукрові.
5. Ячмінь ярий.
6. Кукурудза на зерно.
7. Горох.
8. Озима пшениця.
9. Буряки цукрові.
10. Ячмінь з підсівом багаторічних трав.

### **Практична робота**

Самостійно виконайте наступні завдання.

4.9. На підставі даних про структуру посівних площ, урожаїв сільськогосподарських культур, насиченості органічними добривами розрахуйте мінімальну норму гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах Валківського району Харківської області.

4.10. На підставі даних про структуру посівних площ, урожаїв сільськогосподарських культур, насиченості органічними добривами розрахуйте мінімальну норму гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах Харківського району Харківської області.

4.11. На підставі даних про структуру посівних площ, урожаїв сільськогосподарських культур, насиченості органічними добривами розрахувати мінімальну норму гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах Богодухівського району Харківської області.

4.12. На підставі даних про структуру посівних площ, урожаїв сільськогосподарських культур, насиченості органічними добривами розрахуйте мінімальну норму гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах Золочівського району Харківської області.

4.13. На підставі даних про структуру посівних площ, урожаїв сільськогосподарських культур, насиченості органічними добривами розрахуйте мінімальну норму гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах Чугуївського району Харківської області.

4.14. На підставі даних про структуру посівних площ, урожаїв сільськогосподарських культур, насиченості органічними добривами розрахуйте мінімальну норму гною для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах Харківської області.

### **Література**

1. Бацула О. О. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті / О. О. Бацула, Є. А. Головачов, Р. Г. Дерев'янка та ін. – К. : Урожай, 1987. – 128 с.

2. Методика расчета баланса гумуса и норм органических удобрений для обеспечения его бездефицитного содержания в черноземных почвах левобережной Лесостепи УССР / сост. Г. Я. Чесняк, М. М. Зинченко. – Х. : УНИИПА, 1987. – 26 с.

## Робота 5

### **КЕРУВАННЯ МАЛИМ БІОЛОГІЧНИМ КРУГООБІГОМ РЕЧОВИН В АГРОЕКОСИСТЕМАХ. РОЗРАХУНОК РІВНОВАЖНОГО ТА ПОЗИТИВНОГО БАЛАНСУ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН**

Керування малим біологічним кругообігом (МБК) речовин в агроecosистемах здійснюється шляхом досягнення врівноваженого балансу поживних речовин, коли обсяги внесення добрив компенсують винос поживних речовин урожаєм з ґрунту, та позитивного балансу, коли потребу в добривах розраховують для підвищення продуктивності землеробства та відновлення родючості ґрунту.

Потребу в мінеральних добривах розраховують щорічно та на перспективу за прогнозованим врожаєм. Відомо, що азот накопичується в ґрунті за рахунок різних джерел (бобові культури, мікробіологічні процеси в ґрунті, атмосферні опади тощо). Паралельно відбуваються його втрати внаслідок денітрифікації та вимивання за межі кореневмісного шару ґрунту. Винос азоту з урожаєм та невиробничі втрати компенсуються за рахунок внесення різних видів органічних і мінеральних добрив. Надходження фосфору в ґрунт з органічними добривами є незначним, що вимагає компенсації виносу фосфору переважно за рахунок мінеральних добрив.

Рівень повернення поживних речовин з добривами для врівноваженого балансу поживних речовин розраховується диференційовано за ґрунтово-кліматичними зонами. Рівень повернення азоту: Полісся – 120 %; опідзолені ґрунти Лісостепу – 110 %; чорноземні ґрунти – 80 %. Рівень повернення фосфору – понад обсягів його виносу прогнозованим урожаєм з метою підвищення його вмісту в ґрунті: Полісся – 170 %; опідзолені ґрунти Лісостепу – 150 %; чорноземні ґрунти – 130 %. Рівень повернення калію також диференційовано за ґрунтово-кліматичними зонами: Полісся – 100 %, опідзолені ґрунти Лісостепу – 100 %, інші ґрунти Лісостепу – 70 %, Степ – 50 %, південна частина Степу із солонцевими відмінами ґрунтів – 0 %.

Винос елементів живлення з урожаєм визначається за формулою:

$$B_y = B_{ц} \times Y, \quad (5.1)$$

де  $V_y$  – винос елементів живлення з урожаєм, кг/га;

$V_{\text{ц}}$  – винос поживних речовин урожаєм сільськогосподарських культур на 1 т основної і відповідну кількість побічної продукції, кг;

$U$  – урожай основної продукції сільськогосподарської культури, т.

Порушення балансу біогенних елементів у системі ґрунт – рослина приводить до погіршення хімічного складу ґрунтів, природних вод і рослин, а це негативно впливає на поживну цінність продукції і може спричинити різні функціональні захворювання людини і тварин.

Підтримання врівноваженого та позитивного балансу елементів у землеробстві – основа стабільної продуктивності агроecosистем, адекватної біокліматичному потенціалу агроландшафтів.

### **Аудиторна самостійна робота під керівництвом викладача**

#### ***Задачі***

5.1. При ранньовесняній діагностиці вміст амонійного азоту в ґрунті становив 10 мг/кг, нітратного 18 мг/кг. Визначте запаси мінерального азоту в орному шарі ґрунту.

5.2. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю кормового агрофітоценозу за гідротермічним показником (Вінницька область) та визначте потребу в мінеральних добривах для підтримання врівноваженого балансу елементів живлення.

1. Вико-овес.
2. Кормові коренеплоди.
3. Кукурудза на силос.
4. Кормові коренеплоди.

5.3. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю кормового агрофітоценозу за гідротермічним показником (Сумська область) та визначте потребу в мінеральних добривах для підтримання врівноваженого балансу елементів живлення.

1. Конюшина.
2. Озима пшениця.
3. Картопля.
4. Кукурудза на силос.
5. Ячмінь з підсівом конюшини.

5.4. У чорноземі типовому в ґрунті міститься: мінерального азоту 16 мг/кг, рухомого фосфору 12 мг/кг, доступного калію 12 мг/кг. Визначте, який з елементів живлення лімітує врожайність озимої пшениці.



5.5. Розрахуйте за допомогою балансового методу, чи потрібно вносити мінеральні добрива під кукурудзу на зерно, якщо під оранку було внесено 45 т/га гною (Дніпропетровська область).

5.6. Розрахуйте за допомогою балансового методу, чи потрібно вносити мінеральні добрива під цукровий буряк, якщо під оранку було внесено 60 т/га гною (Вінницька область).

5.7. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю агрофітоценозу за гідротермічним показником (Хмельницька область). Скільки потрібно внести NPK для забезпечення врівноваженого балансу елементів живлення в зернокартопляній сівоzmіні, якщо під картоплю було внесено гною 50 т/га.

1. Конюшина.
2. Озима пшениця.
3. Картопля.
4. Кукурудза на силос.
5. Озима пшениця.
6. Буряки кормові.
7. Ячмінь з підсівом конюшини.

5.8. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу за гідротермічним показником (Харківська область). Скільки потрібно внести NPK для забезпечення врівноваженого балансу елементів живлення в семипільній зернопаропросапній сівоzmіні, якщо під кукурудзу на зерно було внесено гною 30 т/га.

1. Чистий пар.
2. Озима пшениця.
3. Кукурудза на зерно.
4. Ячмінь.
5. Вико-вівсяна суміш.
6. Озима пшениця.
7. Соняшник.

5.9. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу за гідротермічним показником (Тернопільська область). Скільки потрібно внести NPK для забезпечення врівноваженого балансу елементів живлення в шестипільній сівоzmіні, якщо під картоплю було внесено гною 30 т/га.

1. Ячмінь.
2. Конюшина.
3. Конюшина.
4. Озима пшениця.
5. Картопля.
6. Кукурудза на силос.

5.10. Визначте величини кліматично забезпечених рівнів урожаю культур агрофітоценозу за гідротермічним показником (Харківська область). Скільки потрібно внести NPK для забезпечення врівноваженого балансу елементів живлення у восьмипільній польовій сівозміні, якщо під чорний пар було внесено гною 50 т/га, а під кукурудзу на силос – 30 т/га.

1. Чорний пар.
2. Озима пшениця.
3. Буряки цукрові.
4. Кукурудза на силос.
5. Ячмінь ярий.
6. Еспарцет.
7. Озима пшениця.
8. Кукурудза на зерно.

### **Література**

1. Довідник працівника агрохімслужби / за ред. Б. С. Носка. – К. : Урожай, 1986. – С. 18.
2. Круговорот и баланс питательных элементов в районах Полесья и Лесостепи Украины / И. Г. Захарченко, Г. С. Пирожено, Л. И. Шилини, Л. В. Чуприна // Повышение плодородия почв и продуктивности сельского хозяйства при интенсивной химизации. – М. : Наука, 1983. – С. 178–192.
3. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року. – Х. : Міськдрук, 2009. – 37 с.
4. Круговорот биогенных элементов, плодородие почвы и продуктивность севооборотов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://agroresources.com.ua/p212/>
5. Екологічні проблеми землеробства / І. Д. Примак, Ю. П. Манько, Н. М. Рідей та ін. ; за ред. І. Д. Примака. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
6. Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозмінах з різною ротацією за основними ґрунтової-кліматичними зонами України : рекомендації / за ред. А. С. Заришняка, М. В. Лісового. – К. : Аграрна наука, 2008. – 120 с.
7. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Лісостепу України [Текст] : монографія : в 2 т. – Т. 1. – / редкол. : Д. О. Мельничук ( відп. ред. ) [та ін]. – К. : Вид-во ТОВ Алефа, 2003. – 886 с.

## КОНТРОЛЬНІ ТЕСТИ

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Екологічний факультет  
Кафедра моніторингу довкілля та природокористування  
І поточний тест  
(110 балів)

### ЗАСОБИ ЗБАЛАНСОВАННОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОСФЕРІ

#### Частина 1 (22 бали) Творчо-алгоритмічний рівень

1. Під НВ розуміють

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (6 балів)

2. Евапотранспірація –

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (3 бали)

3. Екологічна валентність організму –

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (4 бали)

4. Яким є практичний висновок із закону сукупної дії факторів росту та розвитку?

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (6 балів)

5. Плодозміна –

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (3 бали)

Частина 2 (6 балів)  
Репродуктивний рівень пізнання

Чи є правильними наступні твердження?

№	Питання	Відповідь	
1	Максимальна гігроскопічність відповідає вологості стійкого в'янення рослин	Так	Ні
2	Загальний вміст у ґрунті всіх обмінно-поглинених катіонів називається ступенем насиченості ґрунту основами	Так	Ні
3	У ґрунтах з нейтральною або слаболужною реакцією, які містять обмінно-поглинений кальцій або бікарбонат кальцію в ґрунтовому розчині, хімічне закріплення фосфорної кислоти та її водорозчинних солей відбувається в результаті утворення слаботорозчинних фосфатів кальцію та магнію	Так	Ні
4	Максимальна кількість капілярно-підпертої води називається найменшою (або граничною) польовою вологоємністю (НВ чи ГПВ)	Так	Ні
5	Аніони азотної та соляної кислот $\text{NO}_3^-$ і $\text{Cl}^-$ з катіонами $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ утворюють нерозчинні у воді сполуки	Так	Ні
6	За здатністю до фіксації фосфору ґрунти розташовуються в наступному порядку: чорноземи, дерново-підзолисті ґрунти, сіроземи, червоноземи	Так	Ні

Частина 3 (18 балів)  
Репродуктивний рівень пізнання

Оберіть правильну відповідь.

№	Питання	Відповідь
1	До елементів мінерального живлення рослин належать: а) N; б) C; в) S; г) H; д) Zn	
2	При польовій вологості 21 % і щільності складання ґрунту $1,2 \text{ г/см}^3$ запаси доступної води в метровому шарі чорнозему типового становлять: а) 85 мм; б) 102 мм; в) 120 мм; г) 1020 т	
3	При польовій вологості 18 % і щільності складання ґрунту $1,1 \text{ г/см}^3$ запаси доступної води в метровому шарі чорнозему типового оцінюються як: а) гарні; б) задовільні; в) дуже гарні; г) дуже погані	
4	При польовій вологості 19,5 % і щільності складання ґрунту $1,3 \text{ г/см}^3$ дефіцит доступної води в метровому шарі чорнозему типового становить: а) 1050 т; б) 1105 т; в) 1150 т; г) 1200 т	

5	До С <sub>3</sub> рослин (особливості біохімії фотосинтезу) належать: а) просо; б) кукурудза; в) пшениця; г) буряк; д) рис	
---	---	--

#### Частина 4 (16 балів)

#### Алгоритмічний рівень пізнання

Вставте пропущені слова, цифри.

- Верхня межа органічної речовини, що утвориться при фотосинтезі, зумовлена величиною \_\_\_\_\_ (3 слова) і \_\_\_\_\_ (2 слова) рослин. (5 балів)
- \_\_\_\_\_ (3 слова) становить у середньому 50–60 % від найменшої вологоємності ґрунтів, але може підвищуватися і до \_\_\_\_\_ (2 слова) % від НВ. (5 балів)
- У меліоративній практиці під дефіцитом вологи розуміють \_\_\_\_\_ (1 слово) між \_\_\_\_\_ (3 слова) і кількістю вологи в досліджуваному шарі ґрунту в \_\_\_\_\_ (2 слова). (6 балів).

#### Частина 5 (8 балів)

#### Репродуктивно-алгоритмічний рівень пізнання

Знайдіть відповідність.

А. Фотореспірація	1. 2400 – 3700 °С
Б. Озима пшениця	2. 25 – 30 мг СО <sub>2</sub> на 1 дм <sup>2</sup> за год.
В. Цукровий буряк	3. м <sup>3</sup>
Г. Загальна пористість	4. 40–50 %
Д. Запаси води в ґрунті	5. мм
	6. 1200–2000 °С
	7. Зернобобові
	8. т
А	
Б	
В	
Г	
Д	

#### Частина 6 (40 балів)

#### Творчий рівень пізнання

Що буде, якщо... Висловіть Вашу думку.

1. Якими агрозаходами у виробничих умовах регулюється засвоєння ФАР?

---

---

---

\_\_\_\_\_ (10 балів)

2. Які агрозаходи є ефективними для оптимізації фосфорного живлення рослин?

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (10 балів)

3. Якими агрозаходами оптимізується азотне живлення рослин на ґрунтах легкого механічного складу?

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (10 балів)

4. Для зони Полісся під цукрові буряки при середньому рівні забезпеченості дерново-підзолистих ґрунтів рухомими формами елементів живлення науково обґрунтована норма удобрення становить  $N_{180}P_{130}K_{180}$ . Фермер Бойко І. В. прийняв рішення внести аміачну селітру ( $NH_4NO_3$ ), преципітат ( $CaHPO_4 \times 2H_2O$ ), каїніт ( $KCl \times MgSO_4 \times 3H_2O$  з домішкою  $NaCl$ ). Надайте агроекологічну оцінку вибору форм мінеральних добрив.

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (10 балів)

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Екологічний факультет  
Кафедра моніторингу довкілля та природокористування

II поточний тест

(120 балів)

**ЗАСОБИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОСФЕРІ**

Частина 1 (28 балів)

**Творчо-алгоритмічний рівень**

1. Індикатори точного землеробства –

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

(6 балів)

2. Чинники, що визначають необхідність розвитку точного землеробства, –

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

(6 балів)

3. Органо-мінеральні біоактивні добрива (ОМБД) –

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

(4 бали)

4. Мінімізація обробітку ґрунту –

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

(6 балів)

5. Що таке комбінований обробіток ґрунту?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

(6 балів)

Частина 2 (6 балів)  
**Репродуктивний рівень пізнання**

Чи є правильними наступні твердження?

№	Питання	Відповідь	
1	Метою концепції точного землеробства є забезпечення ефективного економічного й екологічного розвитку землеробства на основі більш раціонального використання засобів хімізації, способів обробітку й охорони ґрунтів	Так	Ні
2	Щоб встановити спрямованість та інтенсивність змін вмісту гумусу в ґрунтах, застосовують балансовий метод	Так	Ні
3	Застосування зелених добрив не підвищує вміст рухомої органічної речовини та не покращує азотний режим ґрунту	Так	Ні
4	Технології накопичення і зберігання традиційних видів органічних добрив передбачають облаштування місць їх зберігання з метою недопущення інфільтрації біогенних елементів і токсичних речовин до рівня ґрунтових вод	Так	Ні
5	Органічні добрива є основним джерелом гумусоутворення та покращення фізичних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунтів	Так	Ні
6	Одним з першочергових завдань для застосування мінеральних добрив є розробка технологій застосування мінеральних добрив на техногенно забруднених ґрунтах	Так	Ні

Частина 3 (29 балів)  
**Репродуктивний рівень пізнання**

Оберіть правильну відповідь.

№	Питання	Відповідь
1	Принципи точного землеробства: а) локальний; б) поетапний; в) інформаційний; г) науковий; д) комплексний; ж) системний; з) еколого-економічний	
2	Азот накопичується в ґрунті за рахунок: а) бобових культур; б) злакових культур; в) мікробіологічних процесів в ґрунті; г) атмосферних опадів; д) насіння	
3	З метою вирішення проблем виробництва фосфорних добрив в Україні необхідно: а) збільшити обсяги імпорту фосфатної сировини; б) розширити геологічне розвідування вітчизняних родовищ апатитів і фосфоритів; в) збільшити обсяги виробництва фосфоритного борошна; г) збільшити	



	обсяги імпорту готових фосфорних добрив; д) використовувати фосфоровмісні відходи промислового виробництва	
4	Для виробництва та ефективного застосування мікродобрив необхідно: а) визначити регіональну потребу мікродобрив з урахуванням забезпеченості ґрунтів мікроелементами; б) розробити нові форми мікродобрив під конкретні сільськогосподарські культури; в) створити мережу комерційних підприємств з виробництва нових форм мінеральних добрив з макро- та мікроелементами; г) довести до світових стандартів виробництво вітчизняної техніки для позакореневого підживлення рослин	
5	Індикатори точного землеробства: а) індикатори топографії поля; б) індикатори морфології ґрунтового профілю; в) індикатори фізичного стану ґрунту; г) індикатори агрохімічного стану ґрунту; д) морфологічні індикатори; ж) біологічні індикатори	

**Частина 4 (15 балів)**  
**Алгоритмічний рівень пізнання**

Вставте пропущені слова, цифри.

1. Підтримання \_\_\_\_\_ (1 слово) та \_\_\_\_\_ (1 слово) балансу елементів – основа стабільної продуктивності агроєкосистем, адекватної \_\_\_\_\_ (3 слова). (5 балів)
2. Основна функція біологічних препаратів – регулювання \_\_\_\_\_ (3 слова). (5 балів)
3. Соломисті рештки на полях з низьким потенціалом родючості доповнюють \_\_\_\_\_ (2 слова) з розрахунку \_\_\_\_\_ (3 слова) на 1 т решток. (5 балів).

**Частина 5 (12 балів)**  
**Репродуктивно-алгоритмічний рівень пізнання**

Знайдіть відповідність.

А. Гуматовмісні біостимулятори росту рослин	1. Пташиний послід
Б. Традиційні види органічних добрив	2. Ризоторфін

В. Біопрепарати азотфіксуючих мікроорганізмів	3. Підстилковий гній
Г. Біопрепарати фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів	4. Висока ємність катіонного та аніонного обміну
Д. Препарати для захисту рослин від хвороб	5. Гноївка
	6. Нітрагін
	7. Хелатоутворююча здатність
	8. Компости
	9. Стимулювання захисних функцій
	10. Біофунгіциди
	11. Фосфобактерин
	12. Азотобактерин

А	
Б	
В	
Г	
Д	

**Частина 6 (30 балів)**  
**Творчий рівень пізнання**

Висловіть свою думку.

1. Які основні положення включає концептуальний підхід до вирішення сучасних проблем агрохімічного забезпечення агросфери?

---

---

---

---

---

---

---

(6 балів)

2. У чому полягає органічна система удобрення?

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ (6 балів)

3. Що передбачає сучасна концепція меліорації кислих ґрунтів?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (6 балів)

4. Назвіть чинники, які на Ваш погляд, свідчать на користь перспективності розвитку в Україні точного землеробства?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (6 балів)

5. Чому, на Вашу думку, набула актуальності потреба в інтенсивному виробництві та застосуванні мікродобрих в Україні?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (6 балів)

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Екологічні основи збалансованого природокористування у агросфері : навчальний посібник / за ред. С. П. Сонька та Н. В. Максименко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 568 с. – (Навчально-наукова серія «Бібліотека еколога»).
2. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року / за ред. акад. УААН С. А. Балюка, М. В. Лісового. – Х. : Міськдрук, 2009. – 37 с.
3. Концепція розвитку точного землеробства в Україні / Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». – Х. : Міськдрук, 2010. – 36 с.
4. Медведев В. В. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины / В. В. Медведев, Т. Н. Лактионова. – Х. : КП «Друкарня № 13», 2007. – 395 с.
5. Медведев В. В. Ґрунтово-технологічні вимоги до ґрунтообробних знарядь і ходових систем машинно-тракторних агрегатів / В. В. Медведев, Т. М. Лактіонова; ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». – Х. : КП «Друкарня № 13», 2008. – 68 с.
6. Медведев В. В. Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах / В. В. Медведев. – Х. : EDENA, 2010. – 202 с.
7. Примак І. Д. Сівозміни в землеробстві України / І. Д. Примак, В. О. Єщенко, Ю. П. Манько ; за ред. І. Д. Примака. – К. : КВІЦ, 2008. – 288 с.
8. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України / І. Д. Примак, В. О. Єщенко, Ю. П. Манько, та ін. – К. : КВІЦ, 2007. – 272 с.
9. Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозмінах з різною ротацією за основними ґрунтової-кліматичними зонами України: рекомендації / за ред. А. С. Заришняка, М. В. Лісового. – К. : Аграрна наука, 2008. – 120 с.

### Допоміжна

10. Розробка спеціалізованого обладнання сільськогосподарських машин для технологій точного землеробства (рекомендації) / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. П. Ковбаса, М. З. Зелинський. – К. : Національний аграрний університет, 2003. – 58 с.

11. Медведев В. В. Неоднородность почв и точное земледелие. Ч. 1 : Введение в проблему / В. В. Медведев. – Х. : КП «Друкарня № 13», 2007. – 296 с.
12. Медведев В. В. Неоднородность почв и точное земледелие. Ч. 2 : Результаты исследований. // В. В. Медведев. – Х. : КП «Друкарня № 13», 2009. – 260 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток 1. Середньомісячні значення сумарних ФАР, кДж/см<sup>2</sup> [В. Д. Муха, 1988]

Зона, область	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
<b>Степ</b>	6,28	9,63	17,59	23,88	32,68	34,35	35,61	30,58	22,62	14,24	6,28	4,60
Луганська	5,86	9,63	17,59	22,62	30,58	34,35	34,35	29,74	21,36	12,57	5,86	4,19
Дніпропетровська	5,86	9,21	16,76	23,04	31,84	33,93	34,77	30,16	21,78	13,40	5,86	4,19
Донецька	5,86	9,21	17,17	23,46	31,84	33,52	35,19	30,16	21,36	13,40	5,86	4,19
Запорізька	5,86	9,21	17,59	23,88	32,26	34,35	36,03	30,58	22,62	14,24	6,28	4,19
Кіровоградська	5,86	9,21	16,76	22,62	31,42	33,10	33,93	28,49	21,36	12,98	5,02	4,19
Кримська	7,54	10,05	18,43	25,97	34,35	36,45	37,29	32,68	24,72	16,34	7,54	5,86
Миколаївська	5,86	9,21	17,17	23,46	32,26	33,52	36,45	30,16	22,66	14,24	5,86	4,60
Одеська	6,28	9,63	18,01	24,30	33,52	34,35	35,61	31,00	23,46	14,66	6,28	5,44
Херсонська	6,2	9,6	18,01	24,3	33,9	35,1	39,4	31,8	24,3	15,0	6,28	5,0
<b>Лісостеп</b>	5,44	9,21	16,76	22,20	30,16	32,26	32,68	28,91	20,11	11,73	5,02	3,77
Вінницька	5,85	9,21	17,17	22,62	31,00	33,10	33,52	36,87	20,53	12,57	50,2	4,19
Київська	5,02	8,79	15,92	22,20	30,16	32,26	32,26	27,23	19,27	11,31	4,60	3,35
Полтавська	5,44	9,21	15,92	22,20	30,58	31,84	33,52	28,07	20,11	11,31	5,02	3,77
Сумська	4,60	8,38	16,34	21,36	29,33	30,58	31,42	26,81	18,85	10,47	4,19	3,35
Тернопільська	5,85	9,63	16,76	22,20	29,33	31,84	32,26	27,93	20,11	12,15	4,40	4,19
Харківська	5,44	9,21	16,76	22,20	31,00	33,10	33,52	28,91	20,53	11,75	5,44	3,77
Хмельницька	5,85	9,21	16,76	22,20	30,16	32,26	32,68	27,23	20,11	12,15	4,60	3,77
Черкаська	5,44	9,21	16,76	22,62	31,42	33,00	33,52	28,91	20,95	12,15	5,02	4,19
Чернівецька	6,70	10,05	18,43	21,36	28,49	30,58	31,84	27,23	20,11	12,57	5,86	5,02
<b>Полісся</b>	5,44	8,79	16,76	21,36	28,91	31,00	31,42	26,81	18,85	11,73	4,60	3,77
Волинська	4,60	8,79	16,76	21,36	28,91	31,84	30,16	25,97	18,43	10,89	3,77	3,35
Житомирська	5,09	8,38	15,92	20,95	29,33	31,80	31,42	26,81	18,43	10,89	4,19	3,35
Закарпатська	5,85	8,38	18,85	20,95	29,33	31,00	32,28	28,07	20,11	12,98	5,86	4,19
Ів.-Франківська	5,85	9,6	17,1	20,9	28,0	28,9	30,5	26,39	18,8	12,9	6,28	4,60
Львівська	5,85	9,63	16,76	21,78	28,91	31,42	31,42	27,23	19,27	12,15	4,60	4,12
Рівненська	5,32	8,19	16,36	21,36	29,33	31,84	31,42	26,39	18,43	11,31	4,19	3,35
Чернігівська	4,60	8,38	16,34	21,36	24,33	31,00	31,42	26,87	18,43	10,05	4,10	3,35

**Додаток 2. Показники стандартної вологості основних  
сільськогосподарських культур, % [В. Д. Муха, 1988]**

<i>Сільськогосподарська культура</i>	<i>Стандартна вологість, %</i>
Зернові культури (зерно)	14
Картопля (бульби)	80
Коренеплоди цукрового та кормового буряку	80
Бадилля картоплі	85
Листи буряку	—
Багаторічні трави на сіно	16
Силосна маса кукурудзи	70
Зелена маса вико-вівсяної суміші	65

**Додаток 3. Співвідношення основної та побічної продукції провідних  
сільськогосподарських культур [В. Д. Муха, 1988]**

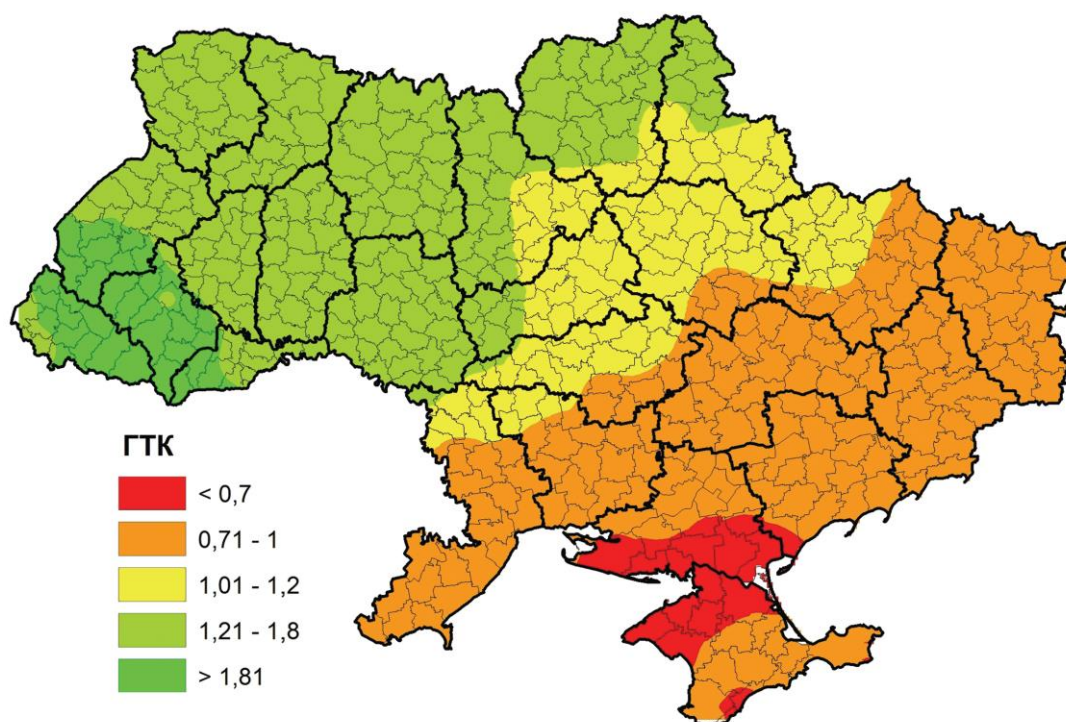
<i>Сільськогосподарська культура</i>	<i>Співвідношення основної та побічної продукції</i>
Озима пшениця	1:1,4
Яриця	1:1,1
Озиме жито	1:1,7
Овес	1:1,3
Ячмінь	1:1,1
Картопля	1:0,4
Цукровий кормовий буряк	1:0,6
Гречка	1:1,3
Горох	1:1,4
Кукурудза на зерно	1:1,35
Соняшник	1:1,4
Морква	1:0,3

Додаток 4. Агрокліматичне районування території України 1986 р. [Т. І. Адаменко, 2014]

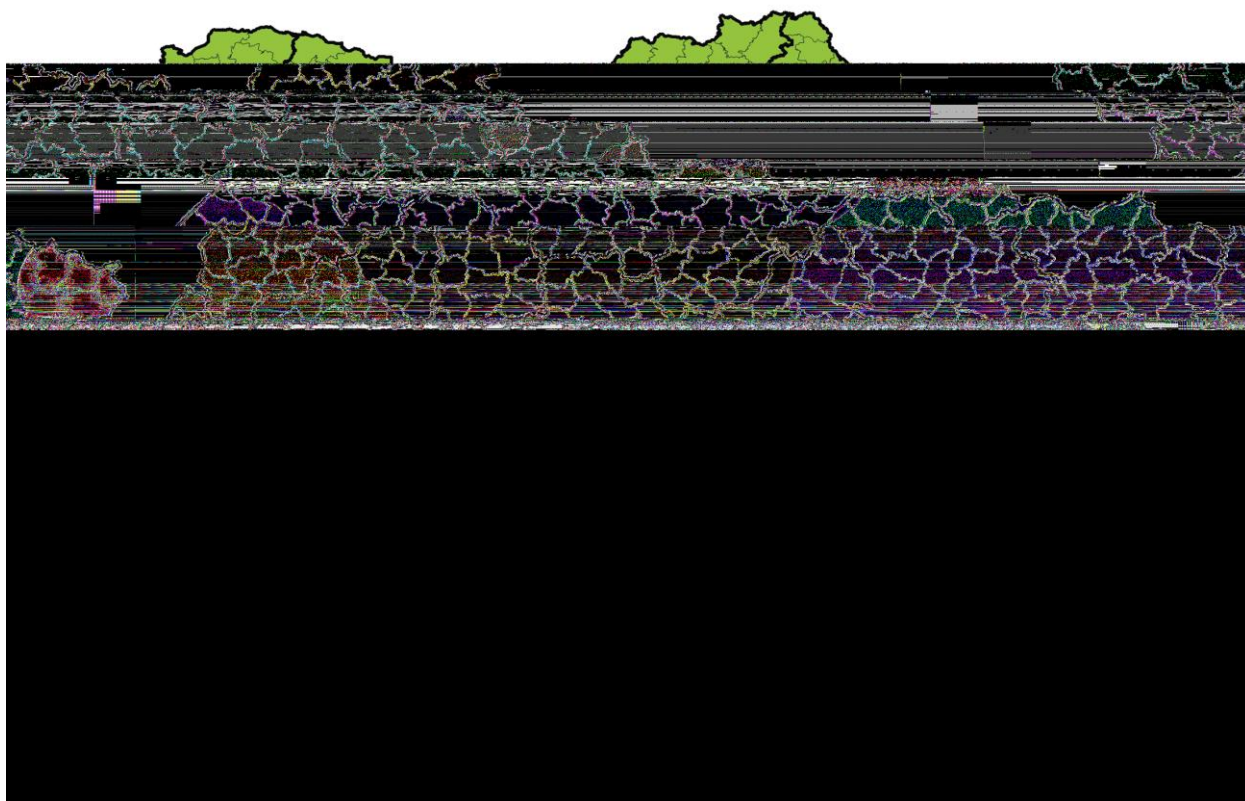




**Додаток 5. Розподіл значень ГДК за період травень-вересень 1961-2013  
рр. [Т. І. Адаменко, 2014]**



**Додаток 6. Розподіл значень ГДК за період травень-червень 1961-  
2013 рр. [Т. І. Адаменко, 2014]**



**Додаток 7. Орієнтовні коефіцієнти водоспоживання основних  
сільськогосподарських культур, мм•га/ц сухої біомаси [В. Д. Муха, 1988]**

<i>Культура</i>	<i>Полісся</i>	<i>Лісостеп</i>	<i>Степ</i>
Зернові озимі	425–500	550–700	900–1000
Зернові ярові	435–550	600–800	1000–1100
Кукурудза на зерно	–	400–500	550–700
Кукурудза – зелена маса	45–65	70–90	80–100
Цукровий буряк	110–115	125–135	140–160
Картопля	110–115	68–90	140–160
Капуста пізня	70–80	70–80	150–170
Капуста рання	80–90	–	–
Томати	–	90–110	160–170
Огірки	–	140–160	150–170
Морква	80–120	140–160	–
Багаторічні трави на сіно	600–650	700–800	600–700
Горох	–	1000–1200	1100–1300

**Додаток 8. Винос поживних речовин урожаєм  
сільськогосподарських культур на 1 т основної і відповідну кількість  
побічної продукції, кг [Д. О. Мельничук, 2003]**

<i>Культура</i>	<i>Продукція</i>	<i>N</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	<i>K<sub>2</sub>O</i>
Озима пшениця	Зерно	32	11	16
Яра пшениця	Зерно	42	11	15
Озиме жито	Зерно	29	12	21
Кукурудза	Зерно	30	10	26
Ячмінь ярий	Зерно	27	11	16
Овес	Зерно	32	14	28
Просо	Зерно	34	9	29
Гречка	Зерно	30	15	39
Горох	Зерно	66	15	20
Вика	Зерно	67	14	17
Люпин	Зерно	60	17	33
Льон	Насіння	47	18	21
Коноплі	Насіння	43	23	26
Соняшник	Насіння	57	29	114
Цукровий буряк	Коренеплоди	5	1,3	5
Кормовий буряк	Коренеплоди	4	1,2	5
Кукурудза	Зелена маса	2,5	1,0	3,5
Горох	Зелена маса	7	1,5	2,0
Люпин	Зелена маса	6,0	1,1	3,0
Конюшина	Сіно	19	6,0	15
Люцерна	Зелена маса	26	6,0	15
Тимофіївка	Зелена маса	16	7,0	24
Сіно багаторічних трав	Сіно	17	5,0	15
Картопля	Бульби	5,0	2,2	8,0
Капуста	Головки	3,3	1,3	4,4
Помідори	Плоди	2,6	0,4	3,6
Морква столова	Коренеплоди	3,2	1,0	5,0
Огірки	Плоди	1,7	1,4	2,6

**Додаток 9. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток у ґрунті**  
**[Г. Я. Чесняк, М. М. Зинченко, 1987]**

<i>Культури</i>	<i>Коефіцієнти гуміфікації</i>
Буряк цукровий і кормовий	0,10
Озима пшениця на зелений корм	0,13
Картопля, овочі, баштанні, гарбуз	0,13
Соняшник	0,14
Кукурудза на силос, силосні	0,17
Озима пшениця на зерно	0,20
Кукурудза на зерно	0,20
Ячмінь, овес, яриця, просо, гречка, сорго, мак, однолітні трави, вико-овес	0,22
Горох, вика, соя	0,23
Люцерна, еспарцет та інші багаторічні трави	0,25

**Додаток 10. Рівняння регресії для визначення маси рослинних  
решток по врожаю основної продукції**  
**[Г. Я. Чесняк, М. М. Зинченко, 1987]**

<i>Культури</i>	<i>Рівняння регресії для визначення маси рослинних залишків, ц/га</i>	
	<i>поверхневих</i>	<i>кореневих</i>
Озима пшениця на зерно	$X = 0,32Y + 13,5$	$X = 0,71Y + 10,0$
Ячмінь, яриця	$X = 0,29Y + 6,8$	$X = 0,54Y + 9,3$
Овес	$X = 0,19Y + 14,8$	$X = 0,42Y + 8,4$
Просо, сорго	$X = 0,5Y + 7,4$	$X = 0,57Y + 12,6$
Гречка, мак	$X = 0,28Y + 8,5$	$X = 0,65Y + 11,5$
Кукурудза на зерно	$X = 0,20Y + 1,6$	$X = 0,83Y + 7,2$
Горох, вика, соя	$X = 0,21Y + 4,5$	$X = 0,36Y + 8,9$
Соняшник	$X = 0,41Y + 3,2$	$X = 1,16Y + 4,9$
Цукровий буряк	$X = 0,005Y + 2,8$	$X = 0,06Y + 5,7$
Кормовий буряк	$X = 0,003Y + 2,4$	$X = 0,05Y + 5,2$
Кукурудза на силос, силосні	$X = 0,006Y + 5,7$	$X = 0,1Y + 13,5$
Багаторічні трави (сіно)	$X = 0,12Y + 5,9$	$X = 1,02Y + 4,7$
Картопля, овочі, баштанні	$X = 0,068Y + 0,5$	$X = 0,07Y + 8,0$
Озима пшениця на зелений корм	$X = 0,07Y + 7,5$	$X = 0,07Y + 8,9$
Однолітні трави, вико-овес (сіно)	$X = 0,12Y + 6,8$	$X = 0,5Y + 13,3$

**Додаток 11. Середньорічні величини мінералізації гумусу в  
кореневмісному шарі ґрунту під основними сільськогосподарськими  
культурами, [Г. Я. Чесняк, М. М. Зинченко, 1987]**

<i>Культури</i>	<i>Величини мінералізації гумусу, т/га</i>
Чорний пар	2,00
Горох, вика, соя	1,50
Озима пшениця на зелений корм	1,24
Однолітні трави, просо, сорго	1,10
Озима пшениця на зерно	1,35
Цукровий буряк	1,59
Кукурудза на зерно	1,56
Коренеплоди	1,60
Кукурудза на силос, силосні	1,47
Ячмінь	1,23
Овес	1,20
Гречка, мак, яриця, вико-овес	1,10
Картопля, баштанні	1,61
Соняшник	1,39
Овочі	1,60
Люцерна, конюшина, еспарцет	0,60

Навчальне видання

**Гололобова** Олена Олександрівна

## **ЗАСОБИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ АГРОСФЕРИ**

Методичні вказівки для студентів екологічних спеціальностей вищих  
навчальних закладів  
2-ге видання перероблене та доповнене

Коректор С. В. Гончарук  
Комп'ютерне верстання  
Макет обкладинки *І. М. Дончик*

Формат 60х84/16. Ум. друк. Арк. 2,47. Тираж 100 пр. Зам. № 186/16

Видавець і виготовлювач  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009

Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна  
Тел. 705-24-32